



**Universidade de  
Aveiro  
2013**

Departamento de Engenharia Civil

**Filipe Pinto  
de Carvalho Lima**

**Construção Modular-Solução para envoltente  
exterior e redes interiores**





**Universidade de  
Aveiro  
2013**

Departamento de Engenharia Civil

**Filipe Pinto  
de Carvalho Lima**

**Construção Modular-Solução para envolvente  
exterior e redes interiores**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil, realizado sob a orientação científica do Doutor Miguel Nuno Lobato de Sousa de Moraes, Professor Auxiliar do Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro e sob a coorientação científica do Doutor Paulo Barrteto Cachim, Professor Associado do Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro.



“The best is yet to come”

Rika Muranaka



## **o júri**

presidente

**Professora Doutora Ana Luísa Pinheiro Lomelino Velosa**  
professora associada da Universidade de Aveiro

**Professor Doutor António José Barbosa Samagaio**  
professor associado da Universidade de Aveiro

**Professor Doutor Miguel Nuno Lobato de Sousa Monteiro de Morais**  
professor auxiliar da Universidade de Aveiro





## **agradecimentos**

Agradeço profundamente a todos aqueles que me ajudaram neste percurso tanto ao longo do curso como na elaboração deste trabalho.

Ao orientador e co-orientador: Professor Miguel Morais e Professor Paulo Cachim, pela ajuda e orientação ao longo deste trabalho.

Ao professor Romeu Vicente e à professora Fernanda Rodrigues professores do Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro, pela ajuda prestada e bibliografia fornecida.

A todos os amigos que fiz ao longo do curso, em especial ao Ibraímo Ustá, ao Tony Ferreira, ao Diogo Cardona, porque sem vocês não seria a mesma coisa

Gostaria de agradecer também à Diana Cancela, ao Daniel Pedrosa, à Sara Pinho, à Adriana Silva, à Cíntia Pereira, à Helena Sendas, à Sandra Pereira, à Ana Parreira, à Andreia Ribeiro, Sílvia Louro, ao Marco Costa, à Mariline Ruivo, ao Mário Henriques, à Tânia Pereira, à Patrícia Figueiredo e ao José Silva, porque de uma forma ou outra me ajudaram a crescer e a ser melhor no percorrer deste longo percurso.

Gostava ainda de agradecer ao Pedro Reis e à Mónica Oliveira pelo suporte e animo dado no fim deste trabalho pois foi muito importante.

Gostaria de agradecer aos meus pais por todo o apoio que me deram ao longo deste tempo para que pudesse chegar até aqui.

Muito obrigado!



**palavras-chave**

Construção modular, economia, exigências funcionais, ambiente, comparação, paredes, pisos, coberturas.

**resumo**

O objetivo desta dissertação é a apresentação de uma solução para a envolvente exterior e para as redes interiores que respeite o conceito da construção modular, ou seja, que as ligações sejam do tipo macho-fêmea ou aparafusadas.

Outro objetivo estabelecido nesta dissertação foi o de atingir um preço competitivo em relação às casas modulares existentes no mercado e às casas tradicionais executadas em betão armado.

Como último objetivo foi proposto que a solução para a envolvente exterior e para as redes interiores tenha em consideração as questões ambientais.

Para atingir os diferentes objetivos foi realizada inicialmente uma descrição das exigências funcionais que os diversos elementos construtivos devem cumprir. Seguidamente foi feita uma pesquisa de materiais e produtos que tenham em conta as diversas exigências anteriormente descritas bem como o conceito da construção modular. Foram selecionados os produtos e materiais a utilizar na solução proposta.

Depois foram concebidas três soluções de plantas e elaborados os diferentes projetos de especialidade e em cada procedeu-se à sua orçamentação. Foi também elaborado um orçamento dos acabamentos e restantes trabalhos. Por fim foi feito um orçamento global das soluções concebidas e é feita a comparação relativa tanto entre as soluções concebidas como entre as soluções modulares no mercado e ainda entre as soluções de construção tradicional.

Foi concluído que as soluções propostas respeitam o princípio da construção modular, nos diversos elementos construtivos e redes interiores. As soluções respeitam também o cumprimento das exigências funcionais que foram abordadas. E, por último conclui-se também que as soluções concebidas apresentam preços competitivos face à construção modular que existe no mercado e a construção tradicional quer em condições de mercado normal como em crise.



**keywords**

Modular construction, economics, functional requirements, environment, balance, walls, floors, roofs.

**abstract**

The objective of this dissertation is to present a solution to the outer envelope and for the indoor networks that respects the concept of modular construction, meaning that connections are the type male - female or screwed.

Another stated goal of this thesis was to achieve a competitive price compared to modular homes available on the market and the traditional houses executed in reinforced concrete.

As last goal was proposed that the solution to the outer envelope and the indoor networks takes into account environmental issues.

To achieve the different objectives initially was made a description of the functional requirements that the various building elements must fulfill. Then a survey was made of the materials and products that takes into account the various requirements described above as well as the concept of modular construction.

The products and materials to be used on the proposed solution were selected. Then three plant solutions were designed and were elaborate the different projects in each specialty and proceeded to their budgeting. Was also prepared a budget of finishes and other works. Finally it was done a total budget of the solutions designed and it was made a comparison between the solutions concerning both designed as modular solutions from the market and the solutions of traditional construction.

It was concluded that the proposed solutions respect the principle of modular construction on the various building elements and internal networks. The solutions also satisfy the compliance of the functional requirements that were approached. And lastly it was also concluded that the designed solutions have competitive prices compared to the modular construction that exists in the market and the traditional construction under normal market and in crisis.



# ÍNDICE

Índice .....	i
Índice de Figuras .....	iii
Índice de Tabelas .....	vii
Simbologia.....	xi
Lista de acrónimos.....	xiii
1. Introdução .....	1
1.1 Organização da dissertação .....	2
2. Exigências funcionais dos elementos da envolvente exterior .....	3
2.1 Exigências Funcionais das Paredes .....	5
2.2 Exigências Funcionais das Coberturas .....	9
2.3 Exigências Funcionais dos Pavimentos .....	13
3. Levantamento de produtos existentes.....	17
3.1 Paredes da envolvente exterior vertical .....	18
3.1.1 Revestimentos exteriores .....	18
3.1.2 Painéis resistentes .....	27
3.1.3 Isolamento e impermeabilizações.....	30
3.1.4 Revestimentos interiores.....	40
3.2 Cobertura .....	43
3.2.1 Revestimentos exteriores .....	44
3.2.2 Painéis resistentes .....	47
3.2.3 Isolamento e impermeabilizações.....	48
3.2.4 Revestimentos Interiores .....	59
3.3 Pavimentos .....	62
3.3.1 Painéis de resistentes .....	62
3.3.2 Isolamentos e impermeabilizações .....	63
3.3.3 Revestimentos interiores.....	66
3.4 Preços dos produtos .....	72
3.4.1 Envolvente exterior vertical.....	73
3.4.2 Cobertura .....	76
3.4.3 Pavimento .....	78
4. Soluções concebidas .....	81
4.1 Conceção das plantas.....	81
4.2 Conceção da envolvente exterior.....	86
4.2.1 Parede exterior .....	86
4.2.2 Cobertura .....	87
4.2.3 Pavimento .....	88
4.3 Projetos de especialidade.....	89
4.3.1 Projeto do sistema de distribuição de água fria e quente.....	89
4.3.2 Projeto do sistema de drenagem de águas residuais .....	96
4.3.3 Projeto do sistema de drenagem de águas pluviais .....	102
4.3.4 Projeto térmico .....	107
4.3.5 Projeto acústico .....	111
4.3.6 Projeto de segurança contra incêndio .....	113
4.3.7 Projeto da rede de gás.....	114
4.3.8 Projeto de estabilidade.....	118
4.3.9 Projeto de infraestruturas de telecomunicações em edifícios (ITED) .....	121

5.	Discussão dos resultados .....	127
5.1	Análise do cumprimento das exigências funcionais e comparação da transmissão térmica .....	127
5.1.1	Análise do cumprimento das exigências funcionais .....	127
5.1.2	Comparação da transmissão térmica .....	128
5.2	Análise económica das soluções concebidas .....	129
5.2.1	Comparação entre os trabalhos de cada solução .....	129
5.2.2	Comparação entre os preços por metro quadrado .....	131
5.3	Comparação do custo das soluções concebidas e modelos de construção modulares existentes no mercado e com a construção tradicional em mercado normal e de crise .....	132
5.3.1	Comparação do custo das soluções concebidas e modelos de construção modulares existentes no mercado .....	132
5.3.2	Comparação do custo das soluções concebidas e modelos de construção tradicional num mercado normal e em crise.....	134
6.	Conclusões.....	137
6.1	Considerações finais .....	137
6.2	Trabalhos futuramente a ser desenvolvidos .....	139
7.	Referências bibliográficas .....	141
	ANEXO I Orçamento dos restantes trabalhos .....	147
	ANEXO II Abastecimento de águas.....	153
	ANEXO III Sistema de drenagem de águas residuais .....	167
	ANEXO IV Sistema de drenagem de águas pluviais .....	177
	ANEXO V Térmica .....	181
	ANEXO VI Acústica .....	191
	ANEXO VII Segurança contra incêndio .....	197
	ANEXO VIII Estabilidade.....	201
	ANEXO IX Instalação de gás.....	207
	ANEXO X Rede ITED .....	209
	ANEXO XI Pormenores .....	211



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Pormenor e exemplo de acabamento com o painel do painel HPL, Fundermax [32] .....	19
Figura 2 Pormenor e exemplo de acabamento com o painel HPL do painel Alucompact, Fundermax [32] .....	19
Figura 3 Exemplo do aspeto final e pormenor da ligação do painel Arga 600/900, Arcelor Mittal [33].....	20
Figura 4 Pormenor do painel Hairsol 1025M, Arcelor Mittal [33] .....	20
Figura 5 Exemplos de acabamentos Alucovering, Aliva [34].....	21
Figura 6 Exemplo e pormenor das chapas Azure e L'Attitude, Bluescope Buildings [35] .....	22
Figura 7 Exemplo de acabamento ThermoWood, MetsäWood [36] .....	23
Figura 8 Pormenores da ligação do painel Façade Cladding, MetsäWood [36] .....	24
Figura 9 Exemplo de acabamento exterior Façade Cladding, MetsäWood [36].....	24
Figura 10 Pormenor do sistema de ligação entre o suporte e a pedra Stone, Aliva [34] .....	25
Figura 11 Exemplo do acabamento Stone, Aliva [34].....	25
Figura 12 Exemplo de ligação à vista e escondida Ceramic, Aliva [34] .....	26
Figura 13 Exemplo de fixação e aspeto final Glass RainScreen, Aliva [34] .....	27
Figura 14 Pormenor do painel Leno, MetsäWood [36] .....	27
Figura 15 Pormenor do painel e exemplo de aplicação Kronopoly osb/4 sanded, Krono [37] .....	28
Figura 16 Pormenor do painel e exemplo de aplicação Kronopoly anti-termite T + G, Krono [37] .....	29
Figura 17 Exemplo de aplicação das telas Tyvek, Dupont [38].....	31
Figura 18 Exemplo de aplicação da membrana Tyvek SD”, Dupont [38].....	32
Figura 19 Exemplo de corte, colocação, pormenor e aspecto final KronoTherm Flex, Krono [37] .....	33
Figura 20 Exemplo da placa Wallmate, Dow [39] .....	34
Figura 21 Exemplo da placa Styrofoam, Dow [39].....	34
Figura 22 Exemplo do isolamento Flex, Steico [40] .....	35
Figura 23 Exemplo do isolamento Universal, Steico [40] .....	36
Figura 24 Exemplo do isolamento Therm, Steico [40] .....	36
Figura 25 Exemplo do Energain Thermal Mass Panel, Dupont [38] .....	37
Figura 26 Pormenor e exemplo do painel Vacuum Insulation Panel, Dow [39].....	38
Figura 27 Exemplo de utilização e aparência do painel PN 100, Termolan [41].....	39
Figura 28 Exemplo e aspeto final apos aplicação do painel Kronopoly MDF Moulding, Krono [37] .....	40
Figura 29 Exemplo e aspeto final apos aplicação do painel Kronopoly MDF GF White Painting Grade, Krono [37] .....	41
Figura 30 Exemplo de montagem e acabamento da solução Face Mounted Tiles, Dirtt [42] .....	42
Figura 31 Exemplo da placa Standard, Gyptec [43].....	42
Figura 32 Exemplo da placa Hidrófuga, Gyptec [43] .....	43
Figura 33 Exemplo do painel e aspeto final Harrison 1000C, Arval Iberia [44] .....	44
Figura 34 Exemplo do painel e aspeto final Ondatherm 900C, Arval Iberia [44] .....	44
Figura 35 Exemplo da chapa TJ24/1100, Perfitec [45] .....	45
Figura 36 Exemplo da chapa TR 35/995, Perfitec [45] .....	45

Figura 37 Exemplo de aspeto final e utilização do PTFE Glass Cloth, Architen Landrell [46] .....	46
Figura 38 Exemplo do painel e aplicação Kronopoly OSB/3, Krono [37].....	47
Figura 39 Exemplo da membrana e aplicação Tyvek SD2, Dupont [47].....	48
Figura 40 Exemplo da tela Tyvek Enercor Extra, Dupont [47] .....	49
Figura 41 Exemplo da tela e aplicação Dupont Air Guarda, Dupont [47] .....	49
Figura 42 Exemplo da tela Tyvek CoberturaAntirefelxo, Dupont [47] .....	50
Figura 43 Exemplo Tyvek Metal, Dupont [47] .....	50
Figura 44 Exemplo e aplicação da membrana Vent S, DELTA [48] .....	51
Figura 45 Exemplo da aplicação da membrana Trela, DELTA [48].....	52
Figura 46 Exemplo e colocação do Floraxx, DELTA [48] .....	53
Figura 47 Exemplo e colocação do Biotop Geotextile, DELTA[48] .....	53
Figura 48 Exemplo da Root Barrier, DELTA [48].....	54
Figura 49 Exemplo e aplicação Drain, DELTA [48].....	55
Figura 50 Exemplo de aplicação do Roofmate SL-A, Dow [39] .....	56
Figura 51 Exemplos de aplicação Roofmate LG-X, Dow [39] .....	56
Figura 52 Exemplo de aplicação Roofmate PT-A, Dow [39] .....	57
Figura 53 Exemplo e aplicação das placas G70 e G90, Termolan [41] .....	57
Figura 54 Exemplo da placa e aplicação Isole +, Termolan [41] .....	58
Figura 55 Exemplo e aplicação Delta Cool, DELTA [48] .....	59
Figura 56 Exemplo e aplicação Mag Tek, Termo Pan [49] .....	60
Figura 57 Pormenor da solução D112 Unidirecional, Knauf [50] .....	60
Figura 58 Pormenor e exemplo da solução Fonowood, Butech [51] .....	61
Figura 59 Pormenor e exemplo da solução Steel Lis Spa, Butech [51] .....	61
Figura 60 Exemplo e aplicação do painel kronoply kompaktholz T+G, Krono [37].....	62
Figura 61 Exemplo Kronotherm Sound, Krono [37].....	63
Figura 62 Exemplos de aplicação Floormate 200-A, Dow [39].....	64
Figura 63 Exemplo do isolamento Underfloor, Steico [40] .....	65
Figura 64 Exemplo e aplicação dos painéis LF 90 e LF 100, Termolan [41] .....	65
Figura 65 Exemplo de acabamento Marmoleum Acustic, Forbo [52] .....	66
Figura 66 Pormenor e exemplo de acabamento Flotex Tiles, Forbo [52] .....	67
Figura 67 Exemplo de acabamento Tessera Inline, Forbo [52].....	68
Figura 68 Pormenor, exemplo de aplicação e acabamento Marmoleum Click, Forbo [52] .....	68
Figura 69 Exemplo de acabamento Svinyl, swood [53].....	69
Figura 70 Exemplo da solução Feno Pan, Termo Pan [49] .....	70
Figura 71 Exemplo de acabamento Corkcomfort, Wicanders [54] .....	70
Figura 72 Exemplo de acabamento Artcomfort, Wicanders [54].....	71
Figura 73 Exemplo de acabamento Woodcomfort, Wicanders [54] .....	71
Figura 74 Exemplo do sistema de Piso Elevado FHB 25, Knauf [50] .....	72
Figura 75 Exemplo do módulo[1] .....	81
Figura 76 Exemplo da treliça [6].....	82
Figura 77 Áreas mínimas dos espaços segundo o regulamento geral das edificações urbanas [63] .....	82
Figura 78 Áreas mínimas brutas segundo o regulamento geral das edificações urbanas [63] .....	82
Figura 79 Planta de arquitetura e Planta estrutural, Solução 1, rés-do-chão .....	84
Figura 80 Planta de arquitetura e Planta estrutural, Solução 1, 1º piso .....	84
Figura 81 Planta de arquitetura e Planta estrutural, Solução 2 .....	84
Figura 82 Planta de arquitetura e Planta estrutural, Solução 3 .....	85

Figura 83 Constituição da parede exterior na zona corrente .....	86
Figura 84 Constituição da parede em zona não corrente .....	86
Figura 85 Constituição da cobertura.....	87
Figura 86 Constituição do pavimento.....	88
Figura 87 Planta da rede de abastecimento das águas frias e quentes da solução 1, rés-do-chão .....	90
Figura 88 Planta da rede de abastecimento das águas frias e quentes da solução 1, 1º piso .....	90
Figura 89 Planta da rede de abastecimento de água fria e quente da solução 2 .....	91
Figura 90 Planta da rede de abastecimento de água fria e quente da solução 3 .....	91
Figura 91 Planta do sistema de drenagem da Solução 1, rés-do-chão.....	96
Figura 92 Planta do sistema de drenagem da Solução 1, 1º piso.....	97
Figura 93 Planta do sistema de drenagem da Solução 2 .....	98
Figura 94 Planta do sistema de drenagem da Solução 3 .....	98
Figura 95 Distâncias máximas entre os sifões e as secções ventiladas para escoamento e secção cheia [63] .....	100
Figura 96 Planta do sistema de drenagem das águas pluviais da solução 1 .....	102
Figura 97 Planta do sistema de drenagem das águas pluviais da solução 2 .....	103
Figura 98 Planta do sistema de drenagem das águas pluviais da solução 3 .....	103
Figura 99 Regiões pluviométricas [66] .....	104
Figura 100 Raio hidráulico e secção ocupada pelo fluido para secções trapezoidais [66] .....	105
Figura 101 Diagrama psicométrico[14].....	109
Figura 102 Frequências críticas e quebras associadas para diferentes elementos [14] .....	112
Figura 103 Tabela resumo das condicionantes a ter em conta para a determinação da categoria de risco em função da utilização tipo [14] .....	113
Figura 104 Categorias de risco da utilização tipo I [14].....	114
Figura 105 Pormenor da entrada da tubagem [71] .....	115
Figura 106 Exemplo de instalação interior de gás com as válvulas de corte individuais [71] .....	116
Figura 107 Planta da rede interior de abastecimento de gás da solução 1.....	116
Figura 108 Planta da rede interior de abastecimento de gás da solução 2.....	116
Figura 109 Planta da rede interior de abastecimento de gás da solução 3.....	117
Figura 110 Planta do traçado da rede de ITED, da solução 1, rés-do-chão.....	122
Figura 111 Planta do traçado da rede ITED, da solução 1, 1º piso .....	122
Figura 112 Planta do traçado da rede ITED, da solução 2 .....	123
Figura 113 Planta do traçado da rede ITED, da solução 3 .....	123



## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 Exigências funcionais de desempenho a satisfazer nas paredes exteriores .....	5
Tabela 2 Exigências funcionais de desempenho a satisfazer na cobertura.....	9
Tabela 3 Exigências funcionais de desempenho a satisfazer nos pavimentos .....	13
Tabela 4 Propriedades do painel HPL, Fundermax [32] .....	19
Tabela 5 Propriedades do painel Alucompact, Fundermax [32] .....	19
Tabela 6 Propriedades Arga 600/900, Arcelor Mittal [33].....	20
Tabela 7 Propriedades do painel Hairsol 1025M, Arcelor Mittal [33].....	21
Tabela 8 Propriedades Alucovering, Aliva [34].....	21
Tabela 9 Propriedades Azure e L'Attitude, Bluescope Buildings [35] .....	22
Tabela 10 Propriedades ThermoWood, MetsäWood [36].....	24
Tabela 11 Propriedades Ceramic, Aliva [34] .....	26
Tabela 12 Propriedades Leno, MetsäWood [36] .....	28
Tabela 13 Propriedades Kronopoly osb/4 sanded, krono [37] .....	29
Tabela 14 Propriedades Kronoply anti-termite T + G, Krono [37].....	30
Tabela 15 Propriedades das telas Tyvek fachada, Dupont [38] .....	31
Tabela 16 : Propriedades das telas Tyvek UV Facade, Dupont [38].....	31
Tabela 17 Propriedades da tela Tyvek Enercor, Dupont [38] .....	32
Tabela 18 Propriedades da membrana Tyvek SD2, Dupont [38].....	32
Tabela 19 Propriedades KronoTherm Flex, Krono [37].....	33
Tabela 20 Propriedades da placa Wallmate, Dow [39] .....	34
Tabela 21 Propriedades da placa Styrofoam, Dow [39].....	35
Tabela 22 Propriedades Flex, Steico [40].....	36
Tabela 23 propriedades Uniserval, Steico [40] .....	36
Tabela 24 Propriedades Therm, Steico [40] .....	37
Tabela 25 Propriedades Energain Thermal Mass Panel, Dupont [38] .....	38
Tabela 26 Propriedades do painel Vacuum Insulation Panel, Dow [39].....	39
Tabela 27 Propriedades do painel PN 100, Termolan [41] .....	39
Tabela 28 Propriedades do painel Kronopoly MDF Moulding, Krono [37] .....	40
Tabela 29 Propriedades do painel Kronopoly MDF GF White Painting Grade, Krono [37] .....	41
Tabela 30 Propriedades da placa Standard, Gyptec [43].....	43
Tabela 31 Propriedades da placa Hidrófuga, Gyptec [43].....	43
Tabela 32 Propriedades do painel Harrison 1000C, Arval Iberia [44].....	44
Tabela 33 Propriedades do painel Ondatherm 900C, Arval Iberia [44].....	45
Tabela 34 Propriedades da chapa TJ24/1100, Perfitec [45] .....	45
Tabela 35 Propriedades da chapa TR 35/995, Perfitec [45].....	46
Tabela 36 Propriedades do PFTE Glass Cloth, Architen Landrell [46] .....	47
Tabela 37 Propriedades do painel Kronopoly OSB/3, Krono [37].....	47
Tabela 38 Propriedades da membrana Tyvek SD2, Dupont [47].....	48
Tabela 39 Propriedades da tela Tyvek Enercor Extra, Dupont [47].....	49
Tabela 40 Propriedades da tela Dupont Air Guarda, Dupont [47] .....	49
Tabela 41 Propriedades da tela Tyvek CoberturaAntirefelxo, Dupont [47].....	50
Tabela 42 Propriedades Tyvek Metal, Dupont [47] .....	51
Tabela 43 Propriedades da membrana Vent S, DELTA [48] .....	52
Tabela 44 Propriedades da membrana Trela, DELTA [48].....	52
Tabela 45 Propriedades Floraxx, DELTA [48] .....	53

Tabela 46 Propriedades do Biotop Geotextile, DELTA [48] .....	54
Tabela 47 Propriedades Root Barrier, DELTA [48].....	54
Tabela 48 Propriedades Drain, DELTA [48].....	55
Tabela 49 Propriedades Roofmate SL-A [39] .....	56
Tabela 50 Propriedades Roofmate LG-X, Dow [39].....	56
Tabela 51 Propriedades do Roofmate PT-A, Dow [39] .....	57
Tabela 52 Propriedades G70 e G90, Termolan [41].....	58
Tabela 53 Propriedades Isole +, Termolan [41] .....	58
Tabela 54 Propriedades Delta Cool, DELTA [48] .....	59
Tabela 55 Propriedades da estrutura metálica solução D112 Unidirecional, Knauf [50] .....	60
Tabela 56 Propriedades da placa da solução D112 Unidirecional, Knauf [50].....	61
Tabela 57 Propriedades da solução Fonowood, Butech [51] .....	61
Tabela 58 Propriedades da solução Steel Lis Spa, Butech [51] .....	62
Tabela 59 Propriedades do painel kronoply kompaktholz T+G, Krono [37].....	63
Tabela 60 Propriedades Kronotherm Sound, Krono [37].....	63
Tabela 61 Propriedades Florrmate 200-A, Dow [39] .....	64
Tabela 62 Propriedades do isolamento Underfloor, Steico [40] .....	65
Tabela 63 Propriedades do painel LF 90, Termolan [41].....	65
Tabela 64 Propriedades do painel LF100, Termolan [41] .....	66
Tabela 65 Propriedades Marmoleum Acustic, Forbo [52] .....	66
Tabela 66 Propriedades Flotex Tiles, Forbo [52] .....	67
Tabela 67 Propriedades Tessera Inline, Forbo [52].....	68
Tabela 68 Propriedades Marmoleum Click, Forbo [52].....	69
Tabela 69 Propriedades Svinyl, swood [53] .....	69
Tabela 70 Propriedades Corkcomfort, Wicanders [54] .....	70
Tabela 71 Propriedades Artcomfort, Wicanders [54].....	71
Tabela 72 Propriedades Woodcomfort, Wicanders [54] .....	71
Tabela 73 Propriedades do sistema de Piso Elevado FHb 25, Knauf [50].....	72
Tabela 74 Lista de preços dos produtos da envoltente exterior vertical.....	74
Tabela 75 Lista de preços dos produtos da cobertura.....	77
Tabela 76 Lista de preços dos produtos do pavimento.....	78
Tabela 77 Áreas dos compartimentos.....	83
Tabela 78 Áreas de implantação.....	85
Tabela 79 Caudais instantâneos dos dispositivos [65] .....	92
Tabela 80 Orçamento da rede de distribuição de água da Solução 1 .....	94
Tabela 81 Orçamento da rede de distribuição de água da Solução 2 .....	95
Tabela 82 Orçamento da rede de distribuição de água da Solução 3 .....	95
Tabela 83 Caudais e diâmetros dos ramais de descarga individuais e sifões [69] .....	99
Tabela 84 Orçamento do sistema de drenagem das águas residuais da Solução 1.....	101
Tabela 85 Orçamento do sistema de drenagem das águas residuais da Solução 2.....	101
Tabela 86 Orçamento do sistema de drenagem das águas residuais da Solução 3.....	102
Tabela 87 Valores de precipitação para as diferentes regiões (período de retorno de 5 anos; duração da precipitação 5 minutos)[66] .....	104
Tabela 88 Orçamento do sistema de drenagem de águas pluviais da solução 1 .....	106
Tabela 89 Orçamento do sistema de drenagem de águas pluviais da solução 2 .....	106
Tabela 90 Orçamento do sistema de drenagem de águas pluviais da solução 3 .....	106
Tabela 91 Orçamento da composição da parede, cobertura e pavimento da solução 1	109
Tabela 92 Orçamento da composição da parede, cobertura e pavimento da solução 2	110
Tabela 93 Orçamento da composição da parede, cobertura e pavimento da solução 3	110

Tabela 94 Potencias nominais dos aparelhos de utilização [72] .....	118
Tabela 95 Orçamento da instalação interior de gás da solução 1 .....	118
Tabela 96 Orçamento da instalação interior de gás da solução 2 .....	118
Tabela 97 Orçamento da instalação interior de gás da solução 3 .....	118
Tabela 98 Combinações de ações para o dimensionamento das ligações aparafusadas de cada elemento .....	119
Tabela 99 Combinações de quase permanentes para a determinação do Psd, no painel OSB na cobertura e no pavimento .....	120
Tabela 100 Definição dos níveis de qualidade [74] .....	124
Tabela 101 Orçamento da rede ited da solução 1 .....	125
Tabela 102 Orçamento da rede ited da solução 2 .....	125
Tabela 103 Orçamento da rede ited da solução 3 .....	126
Tabela 104 Resumo das exigências funcionais .....	127
Tabela 105 Valores da transmissão térmica (U).....	128
Tabela 106 Orçamento global das soluções 1 2 e 3.....	129
Tabela 107 Diferenças entre os trabalhos de cada solução .....	130
Tabela 108 Preço por metro quadrado das soluções concebidas 1, 2 e 3 .....	131
Tabela 109 Orçamento global total e por metro quadrado das soluções comerciais e as soluções concebidas 1 2 e 3 .....	132
Tabela 110 Relação das áreas entre as soluções concebidas e as soluções comerciais	133
Tabela 111 Relação do preço entre as soluções concebidas e as soluções comerciais	133
Tabela 112 Relação do preço por metro quadrado entre as soluções concebidas e as soluções comerciais .....	133
Tabela 113 Orçamento global total e por metro quadrado soluções tradicionais em mercado normal e recessão e as soluções concebidas 1 2 e 3 .....	134
Tabela 114 Relação das áreas entre as soluções concebidas e as soluções tradicionais	135
Tabela 115 Relação do preço entre as soluções concebidas e as soluções tradicionais	135
Tabela 116 Relação do preço por metro quadrado entre as soluções concebidas e as soluções tradicionais.....	135





## SIMBOLOGIA

$A_p$	Área de parede
$A_h$	Área a drenar em projeção horizontal
$A$	Secção ocupada pelo fluido
$A1, A2$	Nenhuma contribuição para um fogo / não combustível
$B$	Contribuição muito limitada para um fogo
$C$	Contribuição limitada para um fogo
$C$	Consumo ou soma das potências nominais dos aparelhos de utilização abastecidos pelo trecho da rede
$C$	Coeficiente de escoamento
$c$	Velocidade do som
$C0 - C3$	Classe de resistência ao enodoamento
$D$	Contribuição desprezível para um fogo
$D_{calc}$	Diâmetro de cálculo
$D_{tq}$	Diâmetro interior no tubo de queda
$D_i$	Diâmetro interno
$D$	Diâmetro
$D_t$	Diâmetro do tubo
$D_n$	Diâmetro de individual dos tubos
$d_{elem}$	Espessura do elemento
$D2m,n,w$	Isolamento sonoro a sons de condução aérea normalizado
$d0$	Produção de nenhuma partícula
$d1$	Produção de algumas partículas
$d2$	Produção de muitas partículas
$E$	Propriedades de reação de fogo pobres
$E$	Estanquidade a chamas e gases quentes
$E$	Índice de estanquidade à água
$E$	Módulo de Young
$F$	Desempenho não determinado
$f_c$	Fator de concentração de perdas térmicas
$f_1$	Frequência fundamental
$f_{v,k}$	Resistência à tração característica
$f_{m,k}$	Resistência à flexão característica
$f_{c,90,k}$	Resistência à compressão perpendicular à face característica
$G$	Valor da ação do peso próprio
$g$	Aceleração da gravidade
$H$	Carga no tubo de queda
$H_{h2o}$	Perda de carga máxima admitida em mm de $H_2O$
$I$	Índice de comportamento em caso de incêndio
$I$	Isolamento térmico
$I1; I2; I3$	Zonamento climático de Inverno
$I$	Intensidade de precipitação
$I$	Valor da Inércia
$i$	Inclinação
$J$	Perda de carga
$j$	Jusante
$K$	Coeficiente da rugosidade da tubagem

$k$	Número de ciclos
$L'nT$	Nível sonoro de percussão padronizado
$Lar,nT$	Nível de avaliação padronizado
$L$	Comprimento da tubagem
$l$	Comprimento do vão
$M_{si}$	Massa superficial útil
$m$	Massa
$m$	Montante
$nV$	Ritmo de ventilação
$P_{sd}$	Valor da carga distribuída
$Q$	Caudal de débito de ar
$Q_{esc}$	Caudal escoado
$Q_f$	Fluxo
$Q$	Valor da ação da sobrecarga
$Q_{dim}$	Caudal de dimensionamento
$Q_{acum}$	Caudal acumulado
$Q_{calc}$	Caudal de cálculo
$R$	Capacidade de suporte de carga
$R$	Fator de resistência ao deslizamento
$R_h$	Raio hidráulico
$R_w$	Índice de isolamento acústico a sons aéreos
$R_{si}$	Resistência térmica interior
$R_{se}$	Resistência térmica exterior
$r$	Índice de facilidade de reparação
$S$	Valor da ação da neve
$sd$	Índice de transmissão de vapor de água
$s1$	Produção de pouco ou nenhum fumo
$s2$	Produção de bastante fumo
$s3$	Libertação de fumo considerável
$T$	Índice de resistência aos choques
$TC$	Tap de cliente
$T_s$	Taxa de ocupação
$U$	Coeficiente de transmissão térmico
$V$	Velocidade de escoamento
$v_b$	Velocidade base
$V1;V2;V3$	Zonamento climático de Verão
$W$	Índice de Woobe
$W$	Produção de vapor interior
$W$	Valor da ação do vento
$\delta$	Valor da deformação
$\Delta_\theta$	Diferença de temperatura
$\Delta_t$	Intervalo de tempo
$\Delta L_w$	Redução dos sons de precursor
$\lambda$	Coeficiente de condutibilidade térmica
$\mu$	Fator de resistência de difusão do vapor de água
$\mu$	Fator de temperatura superficial interior
$\theta$	Temperatura
$\tau$	Fator de temperatura superficial

## LISTA DE ACRÓNIMOS

<b>ATI</b>	Armário de telecomunicações individual
<b>DDC</b>	Dispositivo de derivação de cliente
<b>ITED</b>	Infraestruturas de telecomunicações em edifícios
<b>LNEC</b>	Laboratório Nacional de Engenharia Civil
<b>RCCTE</b>	Regulamento das características de comportamento térmico dos edifícios
<b>RRAE</b>	Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios
<b>reVERTIR</b>	Classificação dos sistemas de isolamento térmico das fachadas exteriores
<b>PCM</b>	Materiais de mudança de fase



# 1. INTRODUÇÃO

A construção modular apresenta-se como uma forma eficaz de responder aos problemas que a construção se depara nos dias de hoje sejam estes de ordem temporal, económico ou de qualidade. Este tipo de construção apresenta-se como uma solução de muito rápida execução e que dá resposta a todas as necessidades e exigências atuais nas diversas frentes seja de conforto, segurança, economia, durabilidade, higiene, e cada vez mais, responde às exigências de âmbito ambiental.

Este género de construção apresenta também vantagens ao nível da economia de tempo, visto ser semelhante ao processo de montagem tipo Lego®, onde a construção de encaixe é privilegiada tanto na estrutura resistente, como nos acabamentos. Sublinhe-se que este é um fator importante que será tido em conta neste documento.

Considerando as exigências de conforto e habitabilidade, bem como as exigências funcionais, a construção modular apresenta-se como uma opção eficiente e de qualidade, sem aumentar os custos finais da construção.

A presente dissertação tem por base o trabalho desenvolvido por Sérgio Patinha no âmbito da sua dissertação de final de curso, cujo tema foi Construção Modular – Desenvolvimento da ideia: Casa numa caixa [1]. Neste trabalho foi apresentada uma primeira abordagem ao tema, onde foi desenvolvido um modelo da estrutura e o seu dimensionamento bem como o desenho dos pormenores construtivos associados.

O trabalho aqui apresentado teve como objetivos iniciais procurar e definir as exigências funcionais que cada elemento, (parede exterior, cobertura, pavimento), requer e posteriormente conhecer os vários tipos de soluções e produtos que existem para cada tipo de elemento referido anteriormente.

Teve-se por objetivos finais nesta dissertação, efetuar a análise de soluções construtivas de pavimentos, coberturas e paredes que respeitem as exigências funcionais e sejam também viáveis do ponto de vista ambiental. Além disso pretendeu-se efetuar os projetos para as redes interiores com sistemas de suporte que estejam de acordo com o princípio do sistema modular. Por último obter uma solução que seja competitiva em termos económicos e desempenho em relação à construção tradicional bem como à construção modular atual.

É fundamental reforçar a importância económica neste trabalho pelo contexto atual do país, o que potencia ainda mais a baixa disponibilidade financeira dos particulares.

Tendo por base um sistema de encaixe a solução é de fácil execução na obra (simples aplicação), devendo respeitar ainda as questões ambientais e de sustentabilidade.

Referências: [2] ; [3] ; [4] ; [5] ; [6] ; [1]

## **1.1 Organização da dissertação**

A presente dissertação encontra-se dividida em seis capítulos. Esta inicia-se pela introdução onde se procurou descrever brevemente o conceito de construção modular, assim como os objetivos deste trabalho (capítulo 1). Seguidamente é apresentada a definição das exigências funcionais para a envolvente exterior que se deve ter em conta na sua conceção (capítulo 2). No capítulo seguinte são descritos os produtos dos diferentes tipos de elementos, ou seja a parede, cobertura e pavimento (capítulo 3). É ainda feita a conceção das plantas das soluções e da envolvente exterior. É também feito o dimensionamento, a verificação e a orçamentação de cada projeto de especialidade, que foi abordado na presente dissertação (capítulo 4). É também apresentada uma breve discussão de resultados de carácter económico e do cumprimento das exigências funcionais (capítulo 5). E em último lugar, é feita a respetiva conclusão do trabalho efetuado, bem como algumas propostas para trabalhos futuros (capítulo 6).

## **2. EXIGÊNCIAS FUNCIONAIS DOS ELEMENTOS DA ENVOLVENTE EXTERIOR**

Em Portugal o conceito de exigências funcionais dos edifícios foi introduzido por publicações do LNEC na década de 60 e posteriormente por Ruy Gomes na década de 70, onde se apresenta a ideia de que as exigências funcionais das habitações vêm das exigências da vida do Homem como habitante [6].

Com este princípio as exigências funcionais surgem como os parâmetros ou funções que o edifício deve cumprir na sua globalidade.

Ruy Gomes, na sua publicação "Necessidades humanas e exigências funcionais das habitações" [6] define os seguintes cinco agrupamentos base de exigências funcionais:

- Exigências de segurança, pelas quais se pretende garantir a proteção da vida dos ocupantes da habitação;
- Exigências de saúde que visam assegurar as condições primárias fisiológicas dos habitantes;
- Exigências de conforto, que aplicam as exigências primárias de saúde fisiológica e abrangem também as de satisfação psicológica;
- Exigências de satisfação, que correspondem a condições de plenitude do usufruto da habitação;
- Exigências de economia que, confrontando todas as outras e mesmo constringendo as menos essenciais, visam estabelecer os níveis exequíveis de custo inicial e de custos de manutenção, assim contendo implicitamente também a ponderação de exigências de durabilidade.

As exigências funcionais dos edifícios e dos seus órgãos, como é o caso dos revestimentos, resultam num meio de satisfazer um grande conjunto de necessidades humanas [7].

Por consequência o desempenho futuro das soluções adotadas dependem em grande medida, da qualidade das exigências funcionais impostas a quando da fase de projeto do edifício [4].

Logo as soluções e as técnicas construtivas a adotar dependem do desempenho que ambas evidenciam e na aptidão que demonstrem face a um grande conjunto de exigências funcionais. Estas exigências encontram-se definidas e sistematizadas em normas, especificações técnicas e regulamentos nacionais [4], sendo algumas destas abordadas nos respetivos projetos de especialidade.

Existe uma enorme diversidade tanto de materiais como de sistemas construtivos no mercado por isso impõe-se uma seleção criteriosa dos elementos de construção adotando uma seleção das exigências que se baseia em três fases principais [4]:

- Definição das exigências a satisfazer;
- Quantificação do desempenho da solução proposta através de ensaios, medições e/ou simulação, e sua comparação com as exigências;
- Compatibilização das múltiplas exigências, em função das tecnologias disponíveis, acompanhada da elaboração de pormenores construtivos a uma escala conveniente.

Com base na tese do arquiteto Adelino Rodrigues [7] e com a documentação existente relativa às exigências funcionais dos revestimentos das paredes [8] e pavimentos [9] do LNEC são propostos os seguintes 9 grandes grupos de exigências funcionais:

- Exigências de segurança e construtivas;
- Exigências de segurança contra risco de incêndios;
- Exigências de conforto térmico e higrotérmico;
- Exigências de conforto acústico;
- Exigências de higiene, saúde e ambiente;
- Exigências de segurança na utilização;
- Exigências de conforto visual e tátil;
- Exigências de durabilidade;
- Exigências de montagem, manutenção e reparação.

Estes grandes grupos de exigências são descritos através de uma tabela tipo, em que na coluna da direita se encontra o grupo e nas colunas da esquerda cada exigência respetiva a esse grupo.

Esta tabela foi desenvolvida tendo como base a tabela presente na dissertação do arquiteto Adelino Rodrigues [7], por ser uma forma sintetizada e eficaz de expor a informação necessária.

Nos subcapítulos 2.1 a 2.3 vão ser expostas as tabelas com as exigências funcionais das paredes, coberturas e pavimentos respetivamente.

Na elaboração das tabelas, foram ainda consultadas diversas fontes bibliográficas que permitiram uma melhor exploração das exigências funcionais sendo a respetiva bibliografia apresentada no final de cada grupo.



## 2.1 Exigências Funcionais das Paredes

Como referido anteriormente neste ponto é exposta a tabela relativa às exigências funcionais das paredes.

**Tabela 1 Exigências funcionais de desempenho a satisfazer nas paredes exteriores**

Exigência Funcional	
<b>Exigências de Segurança e Construtivas</b>	<p><b>Segurança perante solicitações correntes de serviço</b></p> <p>Os elementos que integram a constituição da parede devem ser dimensionados e executados de modo a que suportem as solicitações e combinações previstas a que a obra será sujeita nas condições normais de uso e em serviço. As solicitações são: o peso próprio dos diversos elementos da construção; o peso próprio de elementos complementares que sejam adicionados; as solicitações de utilização (choques); as solicitações climáticas típicas da região e local da habitação.</p>
	<p><b>Segurança perante solicitações de ocorrência excecional</b></p> <p>Solicitações de carácter excecional, no caso das ações sísmicas ou ventos ciclónicos. A resistência da construção deve ser assegurada, dentro dos limites de probabilidade de ocorrência ponderados, que os habitantes não corram risco de vida. No caso de sismos é admitido que a habitação pode sofrer danos graves, mas não pode existir o colapso da construção que possa impedir a evacuação dos ocupantes, incluindo todas as pessoas que possam ter dificuldades de mobilidade.</p>
	<p><b>Segurança perante solicitações de ocorrência accidental, em uso</b></p> <p>Todos os elementos da parede devem de ser dimensionados e realizados de modo a que suportem as solicitações de acidentes no uso corrente do espaço habitado, que não seja afetada pelo colapso ou deformação excessiva dos elementos. As solicitações de choque devido à queda de objetos ou pessoas, as ações de impulso devido a pessoas empurradas ou que se desequilibram, acabando por cair sobre os elementos verticais de delimitação dos espaços.</p>
	<p><b>Resistência aos choques: suporte</b></p> <p>Os paramentos que são acessíveis aos utilizadores até 1,5 metros acima no nível do piso a resistência da parede que a parede tem que ter ao embate de um grande corpo mole (50Kg) de 1000J e por grande corpo duro (1Kg) de 50J. Para se garantir a segurança contra a intrusão este valor de desempenho deverá verificar-se até à altura de 1 piso acima das zonas facilmente acessíveis.</p>
	<p><b>Resistência aos choques: revestimentos</b></p> <p>Energias mínimas de choque a que os revestimentos dos paramentos das fachadas devem resistir sem se deteriorarem:</p> <p><u>Para paramentos acessíveis aos utilizadores:</u> A resistência de ambos os revestimentos: choque por um grande corpo mole (50Kg) de 400J; resistência do revestimento exterior a dez choques por um pequeno corpo mole (3Kg) de 60J; choque por um grande corpo duro (1Kg) de 10J; a resistência do revestimento interior ao choque por pequeno corpo mole de 30J e ao choque por pequeno corpo duro (0,25Kg) de 2J.</p> <p><u>Para paramentos não acessíveis aos utilizadores:</u> A resistência do revestimento: choque por grande corpo duro de 10J; choque por pequeno corpo duro de 3J; a resistência do revestimento interior ao choque por pequeno corpo duro é de 30J e ao choque por pequeno corpo duro de 2J.</p> <p>Classificação reVERTIR; índice T, nível de resistência aos choques do revestimento exterior</p>
	<p><b>Resistência às deformações e variações de dimensão</b></p> <p>Compatibilidade entre as juntas do suporte e do revestimento. Máximo admissível para deformação estrutural <math>\leq 2\text{mm}</math>. As larguras das juntas, em milímetros, deverão de ser 30% superiores às distâncias em metros entre juntas de dilatação (10m equivale a 13mm).</p>
	<p><b>Alteração das características mecânicas do revestimento no estado húmido</b></p> <p>As variações das resistências à tração por flexão e à compressão entre o revestimento seco e o saturado de água não devem ser significativas.</p>
	<p><b>Resistência à suspensão de cargas</b></p> <p>Cargas máximas admissíveis: Força de arrancamento <math>\geq 100\text{N}</math>; Carga excêntrica <math>\geq 400\text{N}</math>. O revestimento deve permitir uma fácil reparação após a extração do dispositivo de</p>

<b>Exigências de Segurança e Construtivas</b>	suspensão
	<b>Compatibilidade com o suporte</b> Os revestimentos devem ser compatíveis com os suportes que irão revestir do ponto de vista geométrico, mecânico e químico.
<b>Referências</b>	[7] ; [6] ; [10] ; [11] ; [12] ; [13] ; [8]

#### Exigência Funcional

<b>Exigências de Segurança Contra Risco de Incêndios</b>	<b>Classes de desempenho de reação ao fogo dos materiais de construção:</b> Classe de reação ao fogo dos revestimentos. Euroclasses: A - F. Nos edifícios unifamiliares: <u>Reação ao fogo em função do local de risco:</u> Parede D-s2, d0 <u>Reação ao fogo revestimentos exteriores sobre fachadas, caixilharias e estores, para uma altura igual ou inferior a 28 metros:</u> Fachadas sem aberturas D-s3, d1 Fachadas com aberturas com revestimentos e elementos transparentes C-s2, d0 Fachadas com aberturas com caixas de estores ou persianas D-s3, d0 <u>Reação ao fogo de elementos de revestimento exterior criando caixa-de-ar para edifícios de pequena altura:</u> Revestimento da superfície externa e das que confinam o espaço ventilado C-s2, d0 Isolante térmico D-s3, d0 <u>Reação ao fogo dos sistemas compósitos para isolamento exterior com revestimento sobre isolante (etics) e o material de isolamento térmico em edifícios de pequena altura:</u> Sistema completo C-s3, d0 Isolante térmico: E, d2 Classificação reVERTIR; índice I, classe de reação ao fogo do revestimento exterior As paredes exteriores de construção não tradicional devem satisfazer os requisitos definidos no correspondente documento de homologação, nomeadamente no que respeita ao risco de propagação do fogo entre pisos sucessivos. C- Contribuição limitada para um fogo; D- Contribuição desprezível para um fogo; s2- Produção de bastante fumo; s3- Libertação de fumo considerável; d1- Produção de algumas partículas; d0- Produção de nenhuma partículas
	<b>Referências</b> [7] ; [14] ; [15] ; [16] ; [11] ; [12] ; [13] ; [17]

#### Exigência Funcional

<b>Exigências de conforto Térmico e Higrotérmico</b>	<b>Coefficientes de transmissão térmica superficiais (U)</b> Os valores de U (W/m <sup>2</sup> °C) máximos admissíveis variam desde 1,8 a 1,45 dependendo da região do país. Os valores de referência variam desde 0,7 a 0,5 dependendo da região do país. PassiveHouse: Para a envolvente opaca U <0,15; Para os vãos envidraçados U <0,80. Classificação reVERTIR; índice R
	<b>Fatores Solares admissíveis dos vãos envidraçados</b> Fatores Solares máximos admissíveis dos vãos envidraçados: Para V1, Fraca 0,15, Média 0,56, Forte 0,56; Para V2 Fraca 0,15, Média 0,56, Forte 0,56; Para V3 Fraca 0,1 Média 0,50, Forte 0,50.
	<b>Fator de concentração de perdas térmicas (fc)</b> Máximo recomendável -1,3 (método de cálculo anexo V1 RCCTE)
	<b>Determinação da temperatura superficial do revestimento interior e do fator de temperatura superficial interior</b> Definição do fator de temperatura superficial interior máximo admissível em função da higrotermia dos locais e das temperaturas dos ambientes. Temperatura superficial do revestimento interior de espaços secos ≥ 10 °C; Temperatura superficial do revestimento interior de espaços secos ≥ 12 °C; Fator de temperatura superficial interior μ <0,25.
	<b>Estanquidade à água</b> As paredes de fachada devem ser estanques à água da chuva. O grau de estanquidade dependerá das condições de exposição da parede. O revestimento deve ser suficiente permeável ao vapor de água para não bloquear a passagem para o exterior do vapor proveniente do interior do edifício.

<b>Exigências de conforto Térmico e Higrotérmico</b>	Classificação reVERTIR; índice E, nível de permeabilidade à água do revestimento exterior. Os revestimentos de locais húmidos devem ser estanques à água.
	<b>Difusão de vapor de água</b> Classificação do edifício em função da sua higrotermia. Verificação das regras de concentração da fachada face à difusão de vapor de água.
	<b>Permeabilidade ao ar</b> Aconselhável um débito máximo de 0,3 m <sup>3</sup> /h.m <sup>2</sup> para uma pressão ou depressão de 100Pa
	<b>Inércia térmica interior</b> Valor da massa superficial útil M <sub>si</sub> . O cálculo do M <sub>si</sub> é feito de acordo com o RCCTE
	<b>Ventilação</b> As exigências de ventilação são traduzidas através de caudais-tipo. O caudal-tipo de ventilação é determinado, tendo em atenção o volume dos compartimentos a ventilar e as seguintes exigências mínimas: - 1 Renovação por hora nos compartimentos principais - 4 Renovações por hora nos compartimentos de serviço, com um caudal mínimo de 45 m <sup>3</sup> /h nas I.S. com banheira ou duche, 30 m <sup>3</sup> /h nas I.S. sem banheira nem chuveiro e 60 m <sup>3</sup> /h nas cozinhas
	<b>Psicometria</b> Análise do diagrama psicométrico e determinação da temperatura de orvalho e a zona de conforto.
<b>Referências</b>	[7] ; [14] ; [11] ; [18] ; [19] ; [12] ; [20] ; [21] ; [22] ; [13]
<b>Exigência Funcional</b>	
<b>Exigências de conforto Acústico</b>	<b>Isolamento sonoro a sons de condução aérea normalizado (D<sub>2m,n,w</sub>)</b> Cálculo do índice D <sub>2m,n,w</sub> de acordo com o RRAE. Valor de referência do D <sub>2m,n,w</sub> em edifícios habitacionais e em zonas sensíveis: D <sub>2m,n,w</sub> ≥ 28dB; Zonas mistas D <sub>2m,n,w</sub> ≥ 33dB
<b>Referências</b>	[23] ; [24] ; [7] ; [12] ; [22] ; [13] ; [8]
<b>Exigência Funcional</b>	
<b>Exigências de Higiene, Saúde e Ambiente</b>	<b>Odores</b> Classe de apreciação de odores: Classes 0 a 4. Classe de odor do revestimento ≤1.
	<b>Limpeza</b> Descrição a ações de limpeza. Os revestimentos não devem ter processos de limpeza complexos e não usuais.
	<b>Aptidão para a reutilização</b> Descrição das potencialidades para reutilização, dos materiais. Classificação reVERTIR; índice r, nível de facilidade de substituição ou reparação do revestimento exterior, o índice varia de 1 até 4.
	<b>Resistência ao enodoamento</b> Classe de resistência ao enodoamento por produtos químicos. Classes de C0 a C3. Classe de resistência ao enodoamento por poeiras. Classes de 1 a 9.
	<b>Resistência á fixação e ao desenvolvimento de bolores</b> Os paramentos devem de ser o mais liso possível e não devem permanecer humedecidos por longos períodos de tempo e que os materiais não sejam alimentos para esses bolores. Para evitar bolores: O fator de temperatura superficial interior $\mu < 0,25$ ; Taxa de renovação de ar nos espaços secos $\geq 0,5$ Volumes em espaços húmidos $\geq 4$ volumes.
<b>Referências</b>	[7] ; [11] ; [12] ; [13] ; [8]
<b>Exigência Funcional</b>	
<b>Exigências de Segurança na Utilização</b>	<b>Perfil Geométrico</b> Paramentos exteriores acessíveis aos utilizadores não devem apresentar rugosidades ou saliências que possam eventualmente causar ferimentos devido a fricções acidentais. Atenção especial às ligações dos vãos, esquinas e bases. A rugosidade admissível é fixada caso a caso.
	<b>Resistência à temperatura</b> Temperatura máxima atingível pelo revestimento com a exposição solar. Temperatura

<b>Exigências de Segurança na Utilização</b>	máxima 60°C (zonas acessíveis a utilizadores)
	<b>Emissividades nocivas</b> Os revestimentos não devem emitir gases tóxicos ou radiações nocivas para os utilizadores quando lhes toquem ou por ação de escoamento da água.
	<b>Saliências perigosas</b> Os revestimentos não devem ter arestas cortantes, saliências que sejam perigosas e que estejam localizadas em zonas de circulação e rebarbas.
<b>Referências</b>	[7] ; [12] ; [13] ; [8]

#### Exigência Funcional

<b>Exigências de Conforto Visual e Tátil</b>	<b>Reação do revestimento exterior à água</b> A diferença de contraste entre as zonas dos paramentos que são normalmente batidas pela água da chuva e as zonas abrigadas não deve ser exagerada.
	<b>Planeza das superfícies</b> Flechas admissíveis: Geral $\leq 10\text{mm}$ ; Localizada $\leq 2\text{mm}$ .
	<b>Verticalidade</b> Quantificação do desvio da linha da aresta relativamente à sua linha média. Desvios admissíveis $\leq 5\text{mm}$ .
	<b>Regularidade e perfeição das superfícies</b> Descrição dos defeitos da superfície e quantificar da largura de possíveis fissuras. Defeitos toleráveis: a fixar em cada caso; largura admissível das fissuras em zonas correntes $\leq 0,2\text{mm}$ .
	<b>Homogeneidade de cor e de brilho</b> Quantificação da diferença de cor e da refletância difusa. A diferença de cor e de brilhos que são admissíveis são fixados caso a caso. O limiar da perçetibilidade da diferença de cor $\leq 2 \pm 0,6$ . O limiar da perçetibilidade da diferença de brilho $\leq 5\%$ .
	<b>Retidão das arestas</b> As arestas verticais e horizontais dos revestimentos de paredes devem se desenvolver tanto quanto possível segundo uma linha reta. Os desvios da linha das áreas relativamente à linha média devem ser limitados para que sejam impercetíveis. O valor limite deve ser $\leq 5\text{mm}$ .
	<b>Conforto tátil</b> Os paramentos acessíveis aos utilizadores não devem apresentar rugosidades, nem arestas ou outros tipos de descontinuidades que sejam incomodadas para os utilizadores e não devem ser pegajosas. A existência de excessiva rugosidade ou aspereza ou que seja muito pegajoso é indesejável do ponto de vista das exigências de higiene e segurança. Esta exigência deve ser verificada com desenhos de pormenor e exame “in situ”.
<b>Referências</b>	[7] ; [12] ; [13] ; [8]

#### Exigência Funcional

<b>Exigências de Durabilidade</b>	<b>Durabilidade dos revestimentos</b> Referência do período de tempo que o revestimento mantém o seu desempenho em condições normais de uso e conservação. Revestimentos por elementos descontínuos $\geq 50$ anos.
	<b>Durabilidade das fixações do revestimento</b> A durabilidade das fixações deve de ser idêntica à durabilidade do suporte pois não são acessíveis para manutenção periódica.
	<b>Resistência ao atrito</b> Definição da maior dureza de mina que não vinca o revestimento. Mina 4H não deve deixar risco no revestimento.
	<b>Resistência à erosão por partículas do ar, água, granizo e ao escoamento de água</b> Os revestimentos não devem apresentar, perda de espessura, nem alterações significativas no seu aspeto devido à erosão ou ao escoamento. O coeficiente de abrasão devem se definir caso a caso.
	<b>Resistência aos agentes climáticos</b> Definição do número de ciclos e períodos de exposição aos agentes climáticos a que o revestimento resiste sem se deteriorar. O revestimento deve manter as suas características de estanquidade iniciais. Número de ciclos gelo-degelo $\geq 10$ ; período de exposição aos ciclos de aquecimento $\geq 28$ dias; número de ciclos de choques térmicos $\geq 10$ ; período de exposição às radiações ultravioletas $\geq 1000\text{h}$ .

<b>Exigências de Durabilidade</b>	<b>Resistência aos produtos químicos do ar</b> Definição do período de exposição ao ambiente agressivo considerado a que o revestimento resiste sem se deteriorar. O período de exposição aos agentes agressivos cuja presença o ar seja provável $\geq 1000h$ (1000 ciclos).
<b>Referências</b>	[7] ; [12] ; [13] ; [8]
<b>Exigência Funcional</b>	
<b>Exigências de Montagem, Manutenção e Reparação</b>	<b>Facilidade de transporte de componentes</b> Indicação da massa unitária dos componentes usados no sistema e dos conjuntos de componentes quando normalmente transportados em grupo. A massa de cada elemento a manobrar em obra por operário não deverá exceder os 30Kg.
	<b>Aptidão para a armazenagem</b> Indicação das condições necessárias à armazenagem dos produtos e a definição do período máximo de armazenamento.
	<b>Facilidade de montagem</b> Indicação do número mínimo e máximo de horas necessárias por $m^2$ para a montagem da totalidade do sistema.
	<b>Reparação</b> Reparação da parede e produtos correntes e de fácil obtenção no mercado.
	<b>Reparação</b> A reparação das paredes exteriores devem ser de fácil execução e na sua manutenção deve ser executada com produtos correntes e de fácil obtenção no mercado. Todas as instalações sejam elétricas ou de águas têm que ser acessíveis para ações ou de manutenção ou reparação de modo a que não seja necessário equipamento especial para aceder a esses pontos. Referência do índice r, nível da facilidade de substituição ou de reparação do revestimento exterior, da classificação da reVETIR: índice 1 – 4.
<b>Referências</b>	<b>Exigências de economia</b> As despesas de investimento inicial e de manutenção do revestimento devem ser reduzidas ao mínimo compatível com a satisfação de outros tipos de exigências, nomeadamente as de durabilidade.
	[7] ; [13] ; [8]

## 2.2 Exigências Funcionais das Coberturas

Nesta secção é apresentada a tabela relativa às exigências funcionais da cobertura.

**Tabela 2 Exigências funcionais de desempenho a satisfazer na cobertura**

<b>Exigência Funcional</b>	
<b>Exigências de Segurança e Construtivas</b>	<b>Segurança perante solicitações correntes de serviço</b> Os elementos que integram a cobertura devem ser dimensionados e executados de modo a que suportem as solicitações e combinações previstas a que a obra será sujeita nas condições normais de uso e em serviço. As solicitações são: o peso próprio dos diversos elementos da construção; o peso próprio de elementos complementares que sejam adicionados; sobrecargas de ocupação e utilização; as solicitações climáticas típicas da região e local da habitação.
	<b>Segurança perante solicitações de ocorrência excecional</b> Solicitações de carácter excecional, no caso das ações sísmicas ou ventos ciclónicos. A resistência da construção deve ser assegurada, dentro dos limites de probabilidade de ocorrência ponderados, que os habitantes não corram risco de vida. No caso de sismos é admitido que a habitação pode sofrer danos graves, mas não pode existir o colapso da construção que possa impedir a evacuação dos ocupantes, incluindo todas as pessoas que possam ter dificuldades de mobilidade.
	<b>Segurança perante solicitações de ocorrência accidental, em uso</b> Todos os elementos da construção que fazem parte da habitação devem de ser

<b>Exigências de Segurança e Construtivas</b>	dimensionados e realizados de modo a que suportem as solicitações de acidentes no uso corrente do espaço habitado, para que não seja afetada pelo colapso ou deformação excessiva dos elementos. As solicitações de choque devido à queda de objetos ou pessoas, as ações de impulso devido a pessoas empurradas ou que se desequilibram.
	<b>Deformabilidade limitada sob o efeito do vento</b> As deformações provocadas pela ação dinâmica do vento sobre os elementos constituintes da cobertura são frequentemente limitadas pelas regras de aplicação de certos revestimentos de cobertura, os valores limites das deformações são dependentes do tipo de estrutura e das condições de utilização.
	<b>Estabilidade às deformações impostas</b> Deformações impostas em consequência da conceção dos elementos adjacentes À cobertura e pelos fenómenos térmicos, climáticos ou de retração. Os elementos de cobertura que suportam em serviço, sem desmoronamento nem modificação significativa no seu desempenho, os deslocamentos dos seus pontos de fixação à estrutura do edifício e aos elementos adjacentes. A cobertura e respetivas ligações à estrutura que a suportam igualmente, sem modificação apreciável do seu desempenho, os esforços produzidos pelos deslocamentos da estrutura.
	<b>Compatibilidade com o suporte</b> Os revestimentos devem ser compatíveis com os suportes que irão revestir do ponto de vista geométrico, mecânico e químico.
<b>Referências</b>	[6] ; [10] ; [5] ; [25] ; [26] ; [27]

**Exigência Funcional**

<b>Exigência de Segurança Contra Incendio</b>	<b>Reação ao fogo</b> Classe de reação ao fogo dos revestimentos. Euroclasses: A - F. Nos edifícios unifamiliares: <u>Reação ao fogo do revestimento das coberturas em terraço em edifício até 28 metros de altura:</u> E <sub>fl</sub> <u>Reação ao fogo em função do local de risco:</u> Tetos D-s2, d0 <u>Revestimento exterior das coberturas de edificado até 9 metros de altura classe:</u> D <u>Revestimento exterior das coberturas no caso de existirem vãos sobranceiros à cobertura de outros corpos do mesmo edifício classe:</u> A1/A2 (numa extensão de 3m.); <u>Revestimento quando a cobertura é usada como caminho de evacuação:</u> não tem classe <u>Estrutura não em laje classe:</u> A1/A2 ou madeira <u>Esteira ou forro de teto:</u> classe B
	A1/A2 Nenhuma contribuição para um fogo / não combustível; B- Contribuição muito limitada para um fogo; D- Contribuição desprezível para um fogo; E <sub>fl</sub> - Propriedades de reação de fogo pobres; s2- Produção de bastante fumo; d0- Produção de nenhuma partícula
<b>Referências</b>	[14] ; [16] ; [5] ; [25] ; [27] ; [17]

**Exigência Funcional**

<b>Exigências de conforto Térmico e Higratérmico</b>	<b>Coefficientes de transmissão térmica superficiais (U)</b> Os valores de U (W/m²°C) máximos admissíveis variam desde 1,25 a 0,90 dependendo da região do país. Os valores de referência variam desde 0,5 a 0,4 dependendo da região do país. PassiveHouse: Para a envolvente opaca U <0,15; Para os vãos envidraçados U <0,80.
	<b>Permeabilidade ao ar</b> Permeabilidade ao ar das coberturas, tendo em vista evitar um desperdício de calor excessivo e impedir as correntes de ar frio mas permitindo no entanto uma ventilação adequada dos locais cobertos. O débito de ar deverá de ser, $Q \leq 0,3 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ para uma diferença de pressão de 100Pa.
	<b>Estanquidade à água</b> Ausência de penetração de água para além de um limite situado na superfície da cobertura do revestimento. Este limite pode ocupar posições variáveis nos elementos da envolvente, não atingindo no entanto os materiais suscetíveis de serem afetados pela água.
	<b>Secura superficial das superfícies</b> A temperatura da face interior da cobertura mantém-se suficientemente elevada para que

	<p>não surjam condensações. O valor máximo do fator da temperatura superficial <math>\tau</math> é de 0,30, para valores acima deste pode se considerar provável a ocorrência de condensações superficiais.</p> <p><b>Suscetibilidade de condensação na massa</b>  A combinação das temperaturas e das pressões parciais de vapor de água que predominam limita o risco de condensação do ar húmido em todos os pontos onde este alteraria o desempenho da cobertura e a sua durabilidade.  Classificação dos locais em função da sua higrotermia:  Habitações não sobre ocupadas e corretamente ventiladas <math>2,5 \leq W/nV &lt; 5,0</math> média higrometria;  Habitações não sobre ocupadas e corretamente ventiladas <math>5 \leq W/nV &lt; 7,5</math> forte higrometria.</p>
<b>Referências</b>	[14] ; [18] ; [5] ; [25] ; [26] ; [27]

#### Exigência Funcional

<b>Exigências de conforto Acústico</b>	<p><b>Isolamento sonoro a sons de condução aérea normalizado (D2m,n,w)</b>  Cálculo do índice D2m,n,w de acordo com o RRAE. Valor de referência do D2m,n,w em edifícios habitacionais e em zonas sensíveis: D2m,n,w <math>\geq</math> 28dB; Zonas mistas D2m,n,w <math>\geq</math> 33dB</p>
	<p><b>Isolamento acústico aos ruídos provenientes do funcionamento da cobertura</b>  Ruído com origem em solicitações que atuam sobre a própria cobertura, com origens diversas nomeadamente ruídos provocados por variações dimensionais dos elementos que a compõem ou por vibrações dos elementos da cobertura sob o efeito do vento ou de hidro meteoritos. Não existe valor regulamentar, recomenda-se um valor igual ou inferior a 10 dB ao ruído médio do funcionamento do espaço.</p>
	<p><b>Isolamento sonoro a sons de percussão</b>  Na existência de equipamentos Lar,nT <math>\geq</math> 32dB, se o funcionamento do equipamento for intermitente; Lar,nT <math>\geq</math> 27dB funcionamento do equipamento continuamente; Lar,nT <math>\geq</math> 60dB ; Lar,nT <math>\geq</math> 40dB, se o equipamento for um grupo gerador elétrico de emergência</p>
<b>Referências</b>	[23] ; [24] ; [5] ; [25] ; [26] ; [27]

#### Exigência Funcional

<b>Higiene, Saúde e Ambiente</b>	<p><b>Pureza do ar ambiente</b>  Os revestimentos da cobertura não devem exalar, sob ação do calor ou outras, gases nocivos ou odores incómodos.</p>
	<p><b>Aptidão para a reutilização</b>  Utilizar produtos que possam ser reutilizáveis e renováveis.</p>
	<p><b>Limpeza</b>  Facilidade de limpeza, que seja traduzida na facilidade da remoção e da limpeza de degradações de aspeto que são resultantes das condições normais de uso, utilizando produtos normais que existem no mercado.</p>
	<p><b>Ações biológicas e de animais</b>  Os revestimentos devem resistir ao desenvolvimento de organismos vegetais e animais (líquenes, bactérias, etc.), bem como ações de pequenos roedores.</p>
<b>Referências</b>	[4] ; [25] ; [27]

#### Exigência Funcional

<b>Exigência de Segurança na Utilização</b>	<p><b>Segurança na utilização</b>  O contacto com os elementos constituintes da cobertura não pode causar qualquer perigo ou ferimento a qualquer pessoa seja o utilizador ou responsáveis da manutenção, nomeadamente golpes, queimaduras (a temperatura das partes quentes não pode exceder os 60 °C), envenenamentos (os materiais de construção não podem libertar substâncias tóxicas), electrocução, bem como a cobertura e os seus elementos não podem representar um risco para as pessoas que circulam na proximidade.</p>
	<p><b>Segurança contra a intrusão</b>  Pessoas tentam introduzir-se na habitação por arrombamento ou desmontagem de elementos ou componentes da cobertura. Animais que procuram atravessar os elementos ou componentes da cobertura. Para as coberturas inclinadas com elementos de colocação descontínua esta exigência não é aplicável.</p>
<b>Referências</b>	[5] ; [25] ; [26] ; [27]

<b>Exigência Funcional</b>	
<b>Exigências de Conforto Visual e Tátil</b>	<b>Reação do revestimento exterior à água</b> A diferença de contraste entre as zonas dos paramentos que são normalmente batidas pela água da chuva e as zonas abrigadas não deve ser exagerada.
	<b>Planeza das superfícies</b> Quantificação da planeza geral e localizada.
	<b>Regularidade e perfeição das superfícies</b> Descrição dos defeitos da superfície e quantificar da largura de possíveis fissuras.
<b>Referências</b>	[5] ; [25] ; [26] ; [27]

<b>Exigência Funcional</b>	
<b>Exigências de Durabilidade</b>	<b>Durabilidade dos revestimentos</b> Referência do período de tempo que o revestimento mantém o seu desempenho em condições normais de uso e conservação. Revestimentos por elementos descontínuos $\geq$ 50 anos.
	<b>Durabilidade das fixações do revestimento</b> A durabilidade das fixações deve de ser idêntica à durabilidade do suporte pois não são acessíveis para manutenção periódica.
	<b>Resistência à erosão por partículas do ar, água, granizo</b> Os revestimentos não devem apresentar perda de espessura nem alterações significativas no seu aspeto devido à erosão ou ao escorrimento de águas. O coeficiente de abrasão deve ser definido caso a caso.
	<b>Resistência aos agentes climáticos</b> Definição do número de ciclos e períodos de exposição aos agentes climáticos a que o revestimento resiste sem se deteriorar. O revestimento deve manter as suas características de estanquidade iniciais.
	<b>Resistência aos produtos químicos do ar</b> Definição do período de exposição ao ambiente agressivo considerado a que o revestimento resiste sem se deteriorar
<b>Referências</b>	[5] ; [25] ; [26] ; [27]

<b>Exigência Funcional</b>	
<b>Exigências de Montagem, Manutenção e Reparação</b>	<b>Facilidade de transporte de componentes</b> Indicação da massa unitária dos componentes usados no sistema e dos conjuntos de componentes quando normalmente transportados em grupo.
	<b>Aptidão para a armazenagem</b> Indicação das condições necessárias à armazenagem dos produtos e a definição do período máximo de armazenamento.
	<b>Facilidade de montagem</b> Indicação do número mínimo e máximo de horas necessárias por m <sup>2</sup> para a montagem da totalidade do sistema.
	<b>Reparação</b> A reparação da cobertura deve ser de fácil execução e na sua manutenção deve ser executada com produtos correntes e de fácil obtenção no mercado. Todas as instalações sejam elétricas ou de águas têm que ser acessíveis para ações ou de manutenção ou reparação de modo a que não sejam necessários equipamentos especiais para aceder a esses pontos.
	<b>Exigências de economia</b> As despesas de investimento inicial e de manutenção do revestimento devem ser reduzidas ao mínimo compatível com a satisfação de outros tipos de exigências, nomeadamente as de durabilidade.
<b>Referências</b>	[5] ; [25] ; [26]



## 2.3 Exigências Funcionais dos Pavimentos

Neste ponto então é exposta a tabela relativa às exigências funcionais do pavimento.

**Tabela 3 Exigências funcionais de desempenho a satisfazer nos pavimentos**

<b>Exigência Funcional</b>	
<b>Exigências de Segurança e Construtivas</b>	<b>Segurança perante solicitações correntes de serviço</b> Os elementos que integram a constituição do pavimento devem ser dimensionados e executados de modo a que suportem as solicitações e combinações previstas a que o pavimento será sujeita nas condições normais de uso e em serviço. As solicitações são: o peso próprio dos diversos elementos da construção; o peso próprio de elementos complementares que sejam adicionados; sobrecargas de ocupação e utilização; as solicitações climáticas típicas da região e local da habitação.
	<b>Segurança perante solicitações de ocorrência excecional</b> Solicitações de carácter excecional, no caso das ações sísmicas. A resistência da construção deve ser assegurada, dentro dos limites de probabilidade de ocorrência ponderados, que os habitantes não corram risco de vida. No caso de sismos é admitido que a habitação pode sofrer danos graves, mas não pode existir o colapso da construção que possa impedir a evacuação dos ocupantes, incluindo todas as pessoas que possam ter dificuldades de mobilidade.
	<b>Segurança perante solicitações de ocorrência accidental, em uso</b> Todos os elementos do pavimento devem de ser dimensionados e realizados de modo a que suportem as solicitações de acidentes no uso corrente do espaço habitado, para que não seja afetada pelo colapso ou deformação excessiva dos elementos. As solicitações de choque devido à queda de objetos ou pessoas, as ações de impulso devido a pessoas empurradas ou que se desequilibram, acabando por cair sobre os elementos verticais de delimitação dos espaços.
	<b>Deformabilidade limitada</b> Para as combinações quase permanentes considera-se um estado limite de deformação, flexa de $l/250$ , em que o $l$ é o comprimento do vão. Estas deformações não podem prejudicar o desempenho da estrutura da cobertura ao nível dos seus constituintes.
	<b>Vibração</b> As vibrações causadas pelo funcionamento de máquinas rotativas ou de outros equipamentos similares devem ser limitadas pela mais desfavorável das combinações ações permanentes e variáveis que seja previsível. Os pavimentos de habitações, com frequência fundamental não superior a 8 Hz ( $f_1 \leq 8$ Hz) deverão, em princípio, ser alvo de análise específica.
	<b>Compatibilidade com o suporte</b> Os revestimentos devem ser compatíveis com os suportes que irão revestir do ponto de vista geométrico, mecânico e químico.
<b>Referências</b>	[6] ; [10] ; [28] ; [29] ; [4] ; [30] ; [31]
<b>Exigência Funcional</b>	
<b>Exigência de Segurança Contra Incendio</b>	<b>Reação ao fogo</b> Classe de reação ao fogo dos revestimentos. Euroclasses: A - F. Nos edifícios unifamiliares: <u>Reação ao fogo em função do local de risco:</u> Efl-s2
<b>Referências</b>	[14] ; [16] ; [29] ; [30] ; [31] ; [17]
<b>Exigência Funcional</b>	
<b>Exigências de conforto Térmico e Higrotérmico</b>	<b>Coefficientes de transmissão térmica superficiais (U)</b> Os valores de U ( $W/m^2\text{°C}$ ) máximos admissíveis variam desde 1,25 a 0,90 dependendo da região do país. Os valores de referência variam desde 0,5 a 0,4 dependendo da região do país. Segundo a PassiveHouse: Para a envolvente opaca $U < 0,15$
	<b>Estanquidade à água</b> Ausência de penetração de água para além de um limite situado na superfície da cobertura do revestimento. Este limite pode ocupar posições variáveis nos elementos da

<b>Exigências de conforto Térmico e Higrótérmico</b>	envolvente, não atingindo no entanto os materiais suscetíveis de serem afetados pela água. Os pavimentos dos pisos térreos devem assegurar a estanquidade à humidade ascendente do solo.
	<b>Suscetibilidade de condensação na massa</b> A combinação das temperaturas e das pressões parciais de vapor de água que predominam, limita o risco de condensação do ar húmido em todos os pontos onde este alteraria o desempenho do pavimento e a sua durabilidade.
<b>Referências</b>	[14] ; [18]; [4] ; [30] ; [31] ; [9]
<b>Exigência Funcional</b>	
<b>Exigências de conforto Acústico</b>	<b>Isolamento sonoro a sons de precursão</b> Cálculo do índice L'nT de acordo com o RRAE. Valor de referência do L'nT em edifícios habitacionais e em zonas sensíveis: L'nT $\geq$ 60dB; Na existência de equipamentos Lar,nT $\geq$ 32dB, se o funcionamento do equipamento for intermitente; Lar,nT $\geq$ 27dB funcionamento do equipamento continuamente; Lar,nT $\geq$ 60dB ; Lar,nT $\geq$ 40dB, se o equipamento for um grupo gerador elétrico de emergência.
	<b>Referências</b> [23] ; [24] ; [30] ; [4] ; [29]
<b>Exigência Funcional</b>	
<b>Exigências de Higiene, Saúde e Ambiente</b>	<b>Pureza do ar ambiente</b> Os revestimentos de piso não devem exalar, sob ação do calor ou outras, gases nocivos ou odores incómodos.
	<b>Aptidão para a reutilização</b> Utilizar produtos que possam ser reutilizáveis e renováveis.
	<b>Limpeza</b> Facilidade de limpeza, que seja traduzida na facilidade da remoção e da limpeza de degradações de aspeto que são resultantes das condições normais de uso, utilizando produtos normais que existem no mercado.
<b>Referências</b>	[9] ; [30] ; [4]
<b>Exigência Funcional</b>	
<b>Exigências de Segurança na Utilização</b>	<b>Circulação</b> Os revestimentos de piso não devem ser escorregadios quer nas instalações sanitárias quer nas zonas de lavagem mesmo o piso estando molhado. Não devem existir obstáculos ao nível do piso. O piso deve ser resiliente de forma a garantir mais comodidade na utilização pelos utentes. O piso deve ainda apresentar planeza e horizontalidade de forma a evitar incomodidade na circulação.
	<b>Riscos de eletrocussão</b> Os revestimentos devem ter uma elevada resistência elétrica e uma baixa condutibilidade elétrica.
	<b>Segurança contra a intrusão</b> O pavimento não deve permitir que os animais atravessem os elementos ou componentes do pavimento.
<b>Referências</b>	[30] ; [4] ; [29] ; [9]
<b>Exigência Funcional</b>	
<b>Exigências de Conforto Visual e Tátil</b>	<b>Planeza e horizontalidade das superfícies</b> Planeza e horizontalidade geral e localizada de modo a que a sua visão não provoque incomodidade, devendo ainda, sob iluminação rasante, apresentar superfície regular e desempenada, sem defeitos aparentes.
	<b>Regularidade e perfeição das superfícies</b> Ausência de defeitos da superfície nomeadamente de fendas fissuras, mossas, empolamentos ou falhas.
	<b>Homogeneidade de cor e de brilho</b> Quantificação da diferença de cor e da refletância difusa. A diferença de cor e de brilhos que são admissíveis são fixados caso a caso.
	<b>Retilinearidade</b> Existir a retilinearidade das arestas para obtenção de superfícies contínuas com juntas regulares.

<b>Exigências de Conforto Visual e Tátil</b>	<b>Conforto tátil</b> Sensação de calor ou de frescura à superfície do revestimento adequada ao tipo de utilização do local (conforto do contato do pé com o piso. Ausência de constrangimento fisiológico ou de desconforto devido à eletricidade estática. O pavimento deve apresentar uma textura uniforme e lisa.
<b>Referências</b>	[30] ; [4] ; [29] ; [9]

#### Exigência Funcional

<b>Exigências de Durabilidade</b>	<b>Classe de utilização</b> Pavimentos de utilização em habitação: Classe 23
	<b>Durabilidade dos revestimentos</b> Referência do período de tempo que o revestimento mantém o seu desempenho em condições normais de uso e conservação. Revestimentos por elementos descontínuos $\geq 5$ anos.
	<b>Durabilidade das fixações do revestimento</b> A durabilidade das fixações deve de ser idêntica à durabilidade do suporte pois não são acessíveis para manutenção periódica.
	<b>Resistência à ação da água</b> Os revestimentos não devem apresentar alterações permanentes nas suas características, devem também ter uma boa resistência, não sofrer muitos danos devido a humificações localizadas de curta e longa duração.
	<b>Resistência ao punçoamento</b> A resistência ao punçoamento quer seja estático quer seja dinâmico sem se verificar perfurações, ruturas ou mossas residuais excessivas ou uma redução que seja significativa de demais características.
	<b>Resistência ao choque</b> Não apresentar rutura, perfurações, mossas residuais excessivas ou uma redução das suas características originais em consequência das condições normais de utilização.
	<b>Resistência ao arrancamento</b> Existir uma resistência suficiente de forma a evitar o seu desprendimento do suporte.
<b>Referências</b>	<b>Resistência aos produtos químicos, biológicos e cigarros</b> Definição do período de exposição ao ambiente agressivo considerado a que o revestimento resiste sem se deteriorar. Os pavimentos devem também ser resistentes ao contato com a ponta acesa de cigarros.
	[30] ; [4] ; [29] ; [9]

#### Exigência Funcional

<b>Exigências de Montagem, Manutenção, e Reparação</b>	<b>Facilidade de transporte de componentes</b> Indicação da massa unitária dos componentes usados no sistema e dos conjuntos de componentes quando normalmente transportados em grupo.
	<b>Aptidão para a armazenagem</b> Indicação das condições necessárias à armazenagem dos produtos e a definição do período máximo de armazenamento.
	<b>Facilidade de montagem</b> Indicação do número mínimo e máximo de horas necessárias por m <sup>2</sup> para a montagem da totalidade do sistema.
	<b>Reparação</b> A reparação do pavimento deve ser de fácil execução e na sua manutenção deve ser executada com produtos correntes e de fácil obtenção no mercado. Todas as instalações sejam elétricas ou de águas têm que ser acessíveis para ações ou de manutenção ou reparação de modo a que não seja necessário equipamentos especiais para aceder a esses pontos.
	<b>Exigências de economia</b> As despesas de investimento inicial e de manutenção do revestimento devem ser reduzidas ao mínimo compatível com a satisfação de outros tipos de exigências, nomeadamente as de durabilidade.
<b>Referências</b>	[30] ; [4] ; [9]



### **3. LEVANTAMENTO DE PRODUTOS EXISTENTES**

Neste capítulo é apresentada uma pesquisa de diversos materiais de construção que dão corpo aos elementos construtivos.

Como foi descrito anteriormente no Capítulo 2, existem diversas exigências funcionais para cada elemento construtivo tendo sido estas organizadas em grupos.

Conhecendo as exigências procedeu-se à pesquisa de produtos a uma escala global para se ter uma visão do que possa existir fora de Portugal.

Deve-se ainda deixar desde já a ressalva em que é no presente trabalho não são abordados todo o tipo de produtos visto haver uma vasta gama, dentro das restrições já acima descritas.

A descrição dos produtos encontrados é feita com base na informação disponibilizada pelas empresas tanto em fichas técnicas e brochuras, bem como nos seus websites.

Os produtos foram escolhidos de acordo com as respostas que as suas características dão ao cumprimento dos grupos de exigências funcionais a que se deu mais relevância no ato da escolha, sendo estas: exigências contra risco de incêndio, exigências de conforto térmico e higrotérmico, exigências de conforto acústico, exigências de segurança e construtiva estabilidade, exigências de durabilidade, manutenção e reparação.

Os produtos que são apresentados vão ao encontro do princípio de construção fácil do tipo modular em que tudo se encaixa na sua grande maioria sem ser necessários ligantes (cimentos, argamassas).

O tipo de produtos encontrados baseiam-se fundamentalmente em painéis, placas, telas, chapas, ou seja materiais que podem ser ligados por rebites, pregos, ligações do tipo macho-fêmea. Este tipo de ligações permite uma fácil reparação, bem como o reaproveitamento dos materiais sempre que possível.

Além das soluções mais tradicionais, realizou-se também uma pesquisa mais alargada, procurando abranger outras soluções menos comuns no que diz respeito a habitações.

Neste capítulo é ainda apresentada uma lista dos preços dos produtos. Como será referido com maior detalhe no respetivo subcapítulo, não foi possível obter todos os preços pretendidos sendo que alguns são de outros produtos similares que servem como referência para o trabalho a ser desenvolvido.

### 3.1 Paredes da envoltente exterior vertical

Este subcapítulo vai ser organizado nas seguintes categorias:

- Revestimentos exteriores
- Painéis resistentes
- Isolamentos e impermeabilizações
- Revestimentos interiores

Em cada ponto cada material será descrito brevemente cada produto em função das exigências que cumpre, sendo associado às suas características físicas e classes atribuídas pelos diferentes fabricantes, sempre que possível.

#### 3.1.1 Revestimentos exteriores

MAX EXTERIOR (HPL), MAX EXTERIOR ALUCOMPACT empresa FUNDERMAX [32]

Os painéis max exterior (HPL), são laminados de alta pressão com uma proteção composta por resinas de acrílico-poliuretano duplamente endurecidas (Figura 1).

A ligação do painel à estrutura é feita por parafusos do tipo auto-roscantes.

Os painéis possuem ainda as seguintes propriedades: alta resistência aos agentes externos; resistente a riscos; resistente a solventes, ácidos e bases; resistência aos impactos; apto para todo o tipo de aplicações exteriores; fácil montagem

Os painéis max exterior alucompact, são laminados de alta pressão com uma proteção composta por resinas de acrílico-poliuretano duplamente endurecidas (Figura 2).

Devido à utilização de lâminas de alumínio (Figura 2), aumenta a resistência de rutura e a rigidez o que permite que este cubra grandes vãos.

A ligação do painel à estrutura é feita por parafusos do tipo auto-roscantes.

Na Figura 2, é apresentado um exemplo de acabamento exterior do painel alucompact.

Na Tabela 4, são apresentadas algumas das propriedades do painel HPL Fundermax e na Tabela 5 Propriedades do painel Alucompact, Fundermax [32] são expostas as propriedades do painel max exterior alucompact.

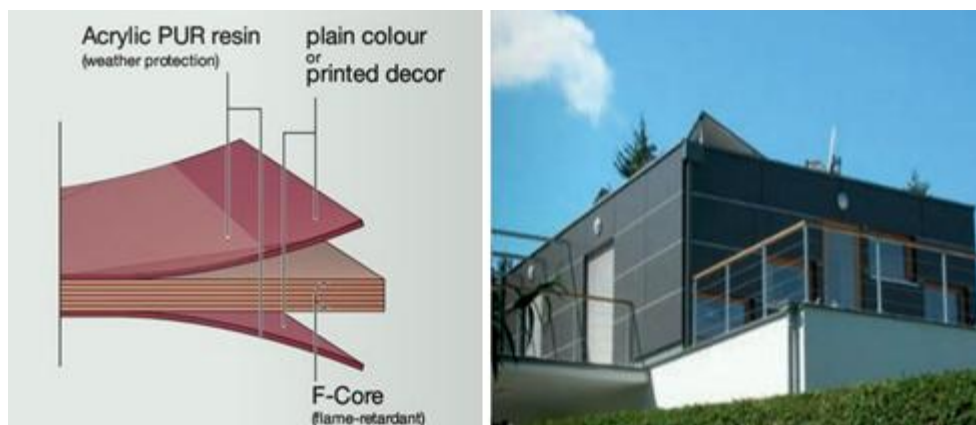


Figura 1 Pormenor e exemplo de acabamento com o painel do painel HPL, Fundermax [32]

Tabela 4 Propriedades do painel HPL, Fundermax [32]

<b>Dimensões:</b> (2140-4100) x (1060-1850) x (4-15) mm	<b>Densidade:</b> 1450 kg/m <sup>3</sup>
<b>Módulo de elasticidade (E):</b> ≥ 9,5 GPa	<b>Resistência à difusão de vapor de água (μ):</b> 17.200
<b>Coefficiente de expansão térmica:</b> 18x10 <sup>-6</sup> K <sup>-1</sup>	<b>Índice de isolamento acústico a sons aéreos (R<sub>w</sub>):</b> Não disponível
<b>Classe de comportamento ao fogo:</b> B-s2,d0	<b>Coefficiente de condutibilidade térmico (λ):</b> 0,3 W/mK
<b>Resistência à flexão</b> ≥90000 kPa	<b>Resistência à tração</b> ≥ 80000 kPa



Figura 2 Pormenor e exemplo de acabamento com o painel HPL do painel Alucompact, Fundermax [32]

Tabela 5 Propriedades do painel Alucompact, Fundermax [32]

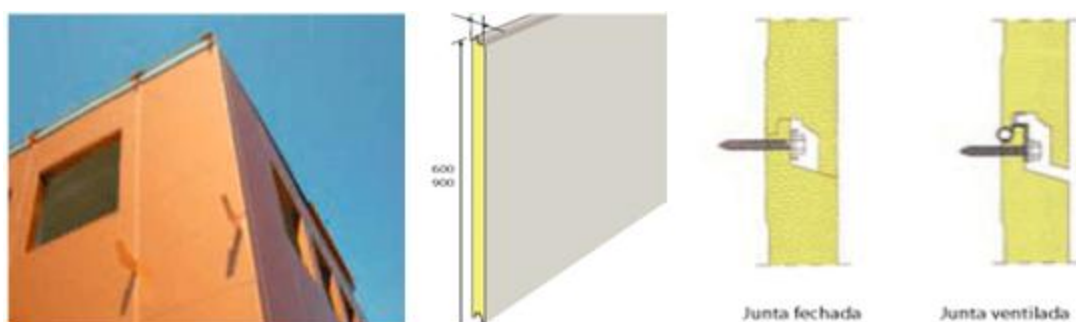
<b>Dimensões:</b> (2140-4100) x (1060-1300) x (4-13) mm	<b>Densidade:</b> 1550 kg/m <sup>3</sup>
<b>Módulo de elasticidade (E):</b> ≥ 18 GPa	<b>Resistência à difusão de vapor de água (μ):</b> 730.000
<b>Coefficiente de expansão térmica:</b> 18x10 <sup>-6</sup> K <sup>-1</sup>	<b>Índice de isolamento acústico a sons aéreos (R<sub>w</sub>):</b> Não disponível
<b>Classe de comportamento ao fogo:</b> B-s2,d0	<b>Coefficiente de condutibilidade térmico (λ):</b> Não disponível
<b>Resistência à flexão</b> ≥180000 kPa	<b>Resistência à tração</b> ≥ 45000 kPa

ARGA 600/900, HAIRSOL 1025M, empresa ARCELOR MITTAL [33]

Os painéis sandwich hairsol e arga têm chapa de revestimento de aço galvanizado pré-lacado, e o interior do painel é constituído por espuma de poliuretano.

O tipo de fixação em cada um dos painéis é oculto, sendo que no painel arga pode existir ou não junta ventilada entre o encaixe de cada painel.

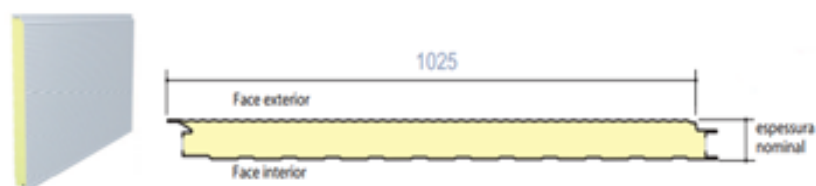
As seguintes figuras representam cada um dos painéis Arga 600/900 Figura 3, Hairsol 1025M Figura 4, e as suas respetivas propriedades pela mesma ordem na Tabela 6 e Tabela 7.



**Figura 3** Exemplo do aspeto final e pormenor da ligação do painel Arga 600/900, Arcelor Mittal [33]

**Tabela 6** Propriedades Arga 600/900, Arcelor Mittal [33]

<b>Dimensões:</b> 1500 x (600 ou 900) x (35-50-60) mm	<b>Massa por unidade de área:</b> 10,6-11,7 kg/m <sup>2</sup>
<b>Módulo de elasticidade (E):</b> Não disponível	<b>Resistência à difusão de vapor de água (μ):</b> Não disponível
<b>Coefficiente de expansão térmica:</b> Não disponível	<b>Índice de isolamento acústico a sons aéreos (R<sub>w</sub>):</b> Não disponível
<b>Classe de comportamento ao fogo:</b> B-s2	<b>Coefficiente de condutibilidade térmico (λ):</b> 0,021 W/m.K
<b>Resistência à flexão</b> 2,20 kPa	<b>Resistência à tração</b> Não disponível



**Figura 4** Pormenor do painel Hairsol 1025M, Arcelor Mittal [33]



**Tabela 7 Propriedades do painel Hairsol 1025M, Arcelor Mittal [33]**

<b>Dimensões:</b> 1025 X (35-80) mm	<b>Massa por unidade de área:</b> 10,0-11,8 kg/m <sup>2</sup>
<b>Módulo de elasticidade (E):</b> Não disponível	<b>Resistência à difusão de vapor de água (μ):</b> Não disponível
<b>Coefficiente de expansão térmica:</b> 18x10 <sup>-6</sup> K <sup>-1</sup>	<b>Índice de isolamento acústico a sons aéreos (R<sub>w</sub>):</b> Não disponível
<b>Classe de comportamento ao fogo:</b> B-s2	<b>Coefficiente de condutibilidade térmico (λ):</b> 0,025 W/m.K
<b>Resistência à flexão</b> 2,12 kPa	<b>Resistência à tração</b> Não disponível

\* Valor calculado, com base na massa por metro quadrada fornecida na brochura

### ALUCOVERING, empresa ALIVA [34]

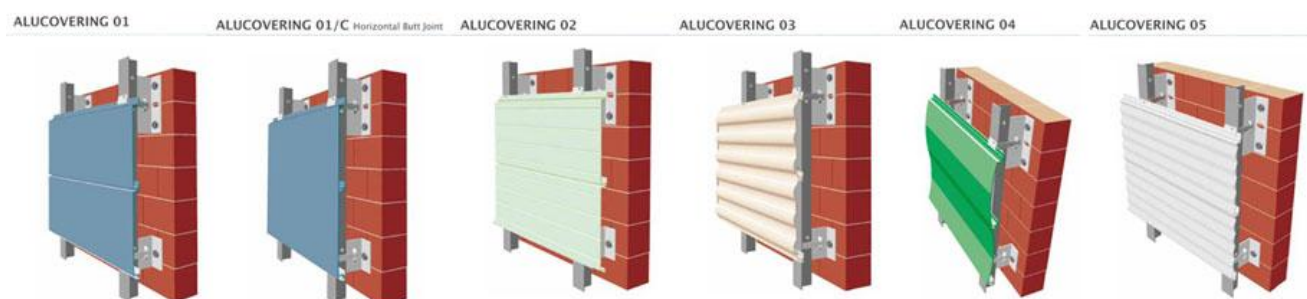
As chapas Alucovering são extrudidas a partir de uma liga de alumínio que pode ser ionizado ou revestido com um acabamento padrão ou especial.

As chapas Alucovering são fixadas por grampos.

O sistema de fixação é composto por um ponto fixo e pontos deslizantes que compensam a expansão e a contração térmica.

Os perfis Alucovering garantem ainda ótima resistência à corrosão, longevidade e pureza.

Na Figura 5 são apresentados diversos tipos de acabamentos, o que permite vários designs possíveis. A Tabela 8 apresenta algumas propriedades dos painéis alucovering.



**Figura 5 Exemplos de acabamentos Alucovering, Aliva [34]**

**Tabela 8 Propriedades Alucovering, Aliva [34]**

<b>Dimensões:</b> 6000 x 200 x 2 mm	<b>Densidade:</b> Não disponível
<b>Módulo de elasticidade (E):</b> Não disponível	<b>Resistência à difusão de vapor de água (μ):</b> Não disponível
<b>Coefficiente de expansão térmica:</b> Não disponível	<b>Índice de isolamento acústico a sons aéreos (R<sub>w</sub>):</b> Não tem função acústica
<b>Classe de comportamento ao fogo:</b> A1	<b>Coefficiente de condutibilidade térmico (λ):</b> Não tem função térmica
<b>Resistência à flexão</b> Não disponível	<b>Resistência à tração</b> 190000 kPa

### AZURE e L'ATTITUDE, empresa BLUESCOPE BUILDINGS [35]

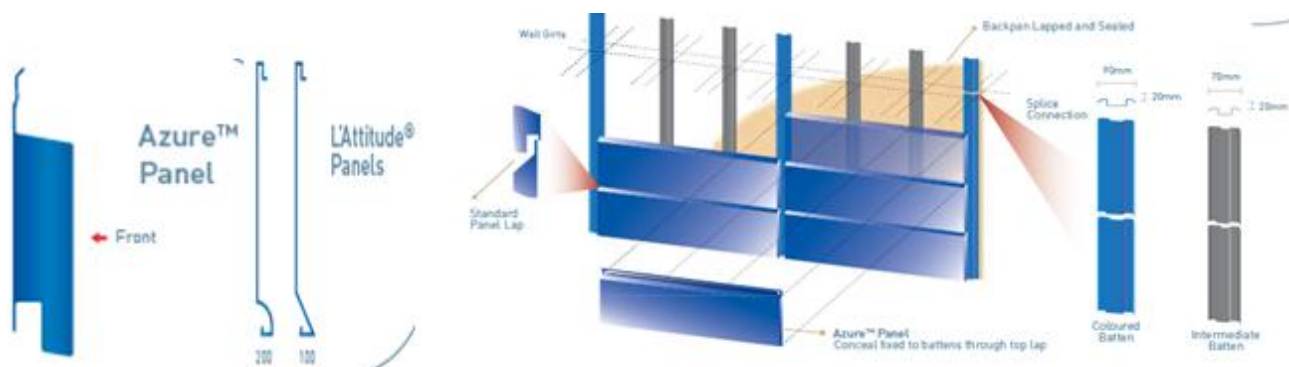
As chapas de revestimento de fachada azure e l'attitude são produzidas numa grande diversidade de materiais como por exemplo o aço, zinco, alumínio, cobre, aço inoxidável entre outros. O tratamento da superfície depende do tipo de material escolhido, por exemplo o aço é pintado, o alumínio também pode ser igualmente pintado, ou ionizado.

O sistema de fixação entre painéis é do tipo macho-fêmea (Figura 6).

A solução de revestimento contribui para a redução das necessidades de arrefecimento dos edifícios de três maneiras:

- 1) A cavidade adicional acrescenta ao valor de isolamento de seu sistema de parede e também dá mais uma opção para a colocação de isolamento adicional.
- 2) O painel sombreia o revestimento reduzindo assim o calor absorvido.
- 3) A ventilação por trás do revestimento pode ajudar na remoção do calor, particularmente durante o tempo de verão.

A Figura 6 apresenta o pormenor do painel bem como o pormenor da sua aplicação na Tabela 9 encontram-se algumas propriedades do painel.



**Figura 6 Exemplo e pormenor das chapas Azure e L'Attitude, Bluescope Buildings [35]**

**Tabela 9 Propriedades Azure e L'Attitude, Bluescope Buildings [35]**

<b>Dimensões:</b>	<b>Densidade:</b>
Não disponível	$\pm(195-302) \text{ kg/m}^3$
<b>Módulo de elasticidade (E):</b>	<b>Resistência à difusão de vapor de água (<math>\mu</math>):</b>
Não disponível	Não disponível
<b>Coefficiente de expansão térmica:</b>	<b>Índice de isolamento acústico a sons aéreos (<math>R_w</math>):</b>
Não disponível	Não disponível
<b>Classe de comportamento ao fogo:</b>	<b>Coefficiente de condutibilidade térmico (<math>\lambda</math>):</b>
A1	Não tem função térmica
<b>Resistência à flexão:</b>	<b>Resistência à tração:</b>
Até 7 kPa, para ação do vento e dependendo do design adotado	Não disponível

### THERMO WOOD, empresa MetsäWood [36]

O thermo wood é composto por pinho nórdico, posteriormente é realizado um processo térmico onde são alteradas e melhoradas as propriedades térmicas e de durabilidade do pinho nórdico.

A resistência do thermo wood é semelhante à madeira do tipo C14.

O tipo de ligação das placas de madeira é do tipo macho-fêmea na maior parte das placas (Figura 7) e os pregos ou parafusos devem ser de aço inoxidável.

A nível ambiental a solução thermowood é feita de madeira que vem de florestas sustentáveis. No que diz respeito à manutenção tem que se verificar a fixação dos painéis, sujidade na superfície, a necessidade de repintura, danos causados pelas chuvas e verificar o escoamento de águas.

Esta solução tem um cheiro característico que é causado pelas alterações químicas que acontecem durante o processo de tratamento térmico, este odor pode não ser apreciado por todos, mas não é nocivo.

Para assegurar o desempenho máximo do revestimento deve-se evitar danos no revestimento, as superfícies devem ser limpas e verificadas anualmente. Se verificar algum defeito, normalmente é um sinal de fraqueza estrutural e deve ser reparado imediatamente. Defeitos mecânicos requerem reparação imediata. Aconselha-se uma inspeção anual de forma a evitar danos graves. Em condições normais este revestimento deve ter uma vida útil de 30 anos.

Na Tabela 10 são apresentadas algumas propriedades.



**Figura 7 Exemplo de acabamento ThermoWood, MetsäWood [36]**

**Tabela 10 Propriedades ThermoWood, MetsäWood [36]**

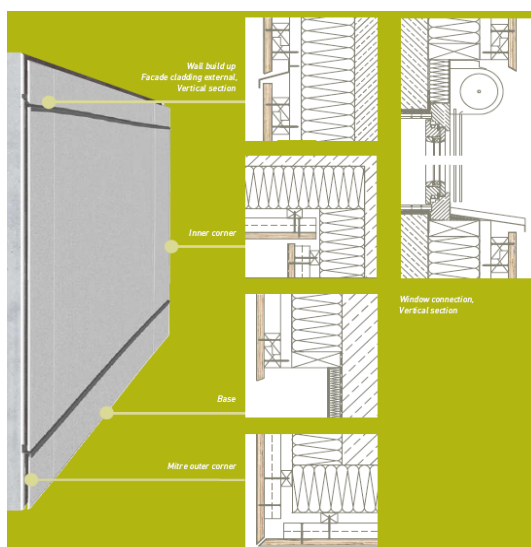
<b>Dimensões:</b> 21 x 118 mm 21 x 142 mm	<b>Densidade:</b> 350-480 kg/m <sup>3</sup>
<b>Módulo de elasticidade (E):</b> Não disponível	<b>Resistência à difusão de vapor de água (<math>\mu</math>):</b> Não disponível
<b>Coefficiente de expansão térmica:</b> Não disponível	<b>Índice de isolamento acústico a sons aéreos (<math>R_w</math>):</b> Não disponível
<b>Classe de comportamento ao fogo:</b> D, para madeira não tratada	<b>Coefficiente de condutibilidade térmico (<math>\lambda</math>):</b> 0,099 W/m.K
<b>Resistência à flexão:</b> Até 7 kPa, para ação do vento e dependendo do design adotado	<b>Resistência à tração:</b> Não disponível

### FAÇADE CLADDING KERTO CONCEPT, empresa MetsäWood [36]

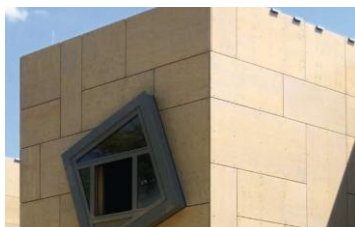
Os painéis Kerto-Q (Figura 8) são um produto derivado da madeira.

O sistema está concebido para ter ligações visíveis ou invisíveis e a reparação e substituição dos painéis é fácil.

As dimensões dos painéis são as seguintes: comprimento até 20 metros, largura de 1,8 ou 2,5 metros e uma espessura que varia de 21 a 27 mm.



**Figura 8 Pormenores da ligação do painel Façade Cladding, MetsäWood [36]**



**Figura 9 Exemplo de acabamento exterior Façade Cladding, MetsäWood [36]**

### STONE, empresa ALIVA [34]

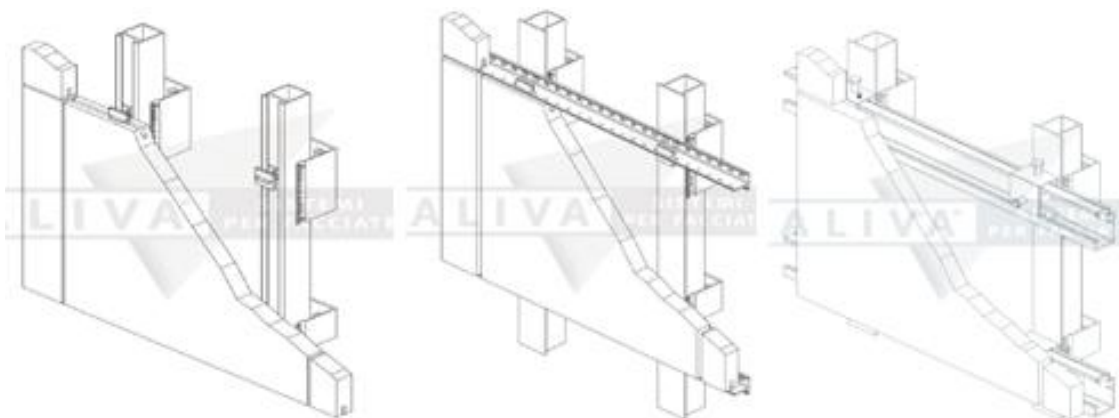
A solução stone da aliva sistemas de pedra leves que apresentam algumas vantagens em comparação com o sistema tradicional de pedra pesada. Dentro dessas vantagens podem ser destacadas a diminuição do peso, permeabilidade à água e a facilidade de instalação.

Um desses sistemas de pedra mais leve é o Folio que tem como constituintes uma pedra fina, extra reforçada, mármore, granito e reforçado por fibra de vidro. Tamanhos disponíveis até 1200x3000 e de 12 a 20 milímetros de espessura.

Outro sistema é o multi que é composto por pedra de mármore extra fino e ultraleve reforçada, granito e mármore travertino reforçado com uma colmeia de alumínio. Tamanhos disponíveis até 1250x3000 e 20 a 30 mm de espessura.

O sistema multi também pode ser composto de pedra de mármore extra fino e transparente, ônix e alabastro laminado para limpar. Tamanhos disponíveis até 1200x2800 e 15 a 30 mm de espessura.

Na Figura 10 estão expostas as diferentes ligações que os painéis têm com o suporte e na Figura 11 o aspecto final depois da sua aplicação.



**Figura 10 Pormenor do sistema de ligação entre o suporte e a pedra Stone, Aliva [34]**



**Figura 11 Exemplo do acabamento Stone, Aliva [34]**

### CERAMIC, empresa ALIVA [34]

A telha de porcelana “Stoneware” é feita a partir de materiais naturais, como por exemplo os minerais, caulino, feldspato e argila, sendo também utilizados pigmentos naturais devido aos efeitos estéticos.

Na Figura 12 são apresentados os diferentes tipos de ligação entre a telha e a estrutura de suporte.

As vantagens de se adotar este sistema são as seguintes:

- As estruturas são fáceis de desmontar para inspeção dos espaços aéreos e a cerâmica exige pouca ou nenhuma manutenção.
- A utilização de um sistema de parede ventilada tem a vantagem adicional de que os materiais de isolamento especializados podem ser usados para reduzir os níveis de ruído no interior do edifício.
- A cerâmica e estrutura de alumínio são produzidos com o máximo respeito para as considerações ambientais atuais.

Na Tabela 11 são expostas algumas propriedades da cerâmica.

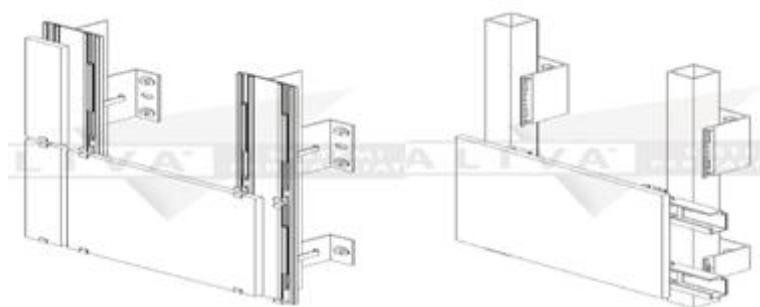


Figura 12 Exemplo de ligação à vista e escondida Ceramic, Aliva [34]

Tabela 11 Propriedades Ceramic, Aliva [34]

<b>Dimensões:</b> (300 ou 600) x (300, 600, 900, 1200) mm	<b>Densidade:</b> Não disponível
<b>Módulo de elasticidade (E):</b> Não disponível	<b>Resistência à difusão de vapor de água (<math>\mu</math>):</b> Não disponível
<b>Coefficiente de expansão térmica:</b> $1 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$	<b>Índice de isolamento acústico a sons aéreos (<math>R_w</math>):</b> Não disponível
<b>Classe de comportamento ao fogo:</b> Não disponível	<b>Coefficiente de condutibilidade térmico (<math>\lambda</math>):</b> Não tem função térmica
<b>Resistência à flexão:</b> $\geq 50000 \text{ kPa}$	<b>Resistência à tração:</b> Não disponível

### GLASS RAINSCREEN, empresa Aliva [34]

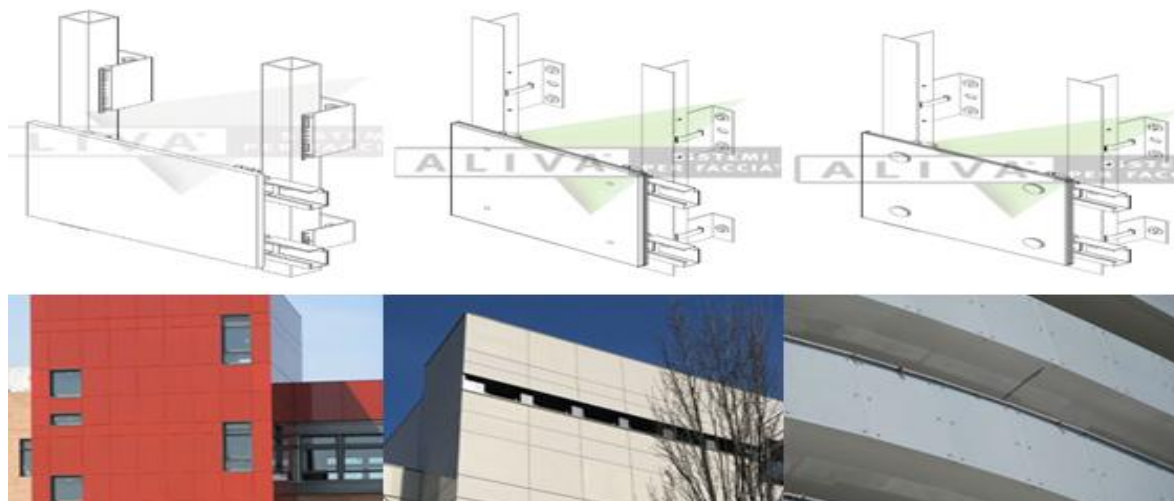
Os sistemas glass rainscreen, o vidro laminado combina a durabilidade do vidro com a dureza de plástico. A ligação é feita por colagem de duas camadas de vidro e uma ou mais intermedias, posteriormente o vidro é temperado termicamente e endurecido.



A camada intermédia é composta por um material polimérico, que tem como função absorver a energia provocada pelo movimento para manter o vidro intacto.

Os sistemas oferecem soluções de fixação visíveis e ocultas.

Na Figura 13 estão expostas as diferentes ligações que os painéis têm com o suporte e o aspeto final depois da sua aplicação.



**Figura 13 Exemplo de fixação e aspeto final Glass RainScreen, Aliva [34]**

### 3.1.2 Painéis resistentes

#### LENO, empresa METSÄWOOD [36]

O sistema de painéis leno é pré-fabricado, onde lâminas de madeira transversais são coladas com uma ligação adesiva.

O painel pode ser fixado por pregos, parafusos auto-roscados, colas, entre outros.

O núcleo de madeira (Figura 14), tem uma longa durabilidade e também é resistente a ataques de fungos e térmitas. Apresenta ainda boas características térmicas.

Na Tabela 12 são apresentadas algumas características do painel.



**Figura 14 Pormenor do painel Leno, MetsäWood [36]**

**Tabela 12 Propriedades Leno, MetsäWood [36]**

<b>Dimensões:</b> Até 20 metros de comprimento, até 4,8 metros de largura e de 50 até 300 mm de espessura	<b>Densidade:</b> 50 kg/m <sup>3</sup>
<b>Resistência à difusão de vapor de água (<math>\mu</math>):</b> 60 (valor standard para elementos com espessuras de 85 mm e sem barreiras para-vapor)	<b>Aumento ou diminuição de tamanho com a variação da humidade:</b> Ao nível do painel- 0,01 % por % de humidade na madeira Verticalmente ao painel- 0,2 % por % de humidade na madeira
<b>Coefficiente de condutibilidade térmica (<math>\lambda</math>):</b> 0,13 W/mK	<b>Classe de comportamento ao fogo:</b> F 30-B até F 90-B*
<b>Módulo de elasticidade:</b> 7,5 GPa (eixo maior) 3,5 GPa (eixo menor)	<b>Resistência à tração (<math>f_{v,k}</math>):</b> Resistência igual à madeira C24
<b>Resistência à compressão perpendicular à face (<math>f_{c,90,k}</math>):</b> Resistência igual à madeira C24	<b>Resistência à flexão (<math>f_{m,k}</math>):</b> Resistência igual à madeira C24
<b>Índice de isolamento acústico a sons aéreos (<math>R_w</math>):</b> 68 dB	

\* No Website da MetsäWood o link onde se encontra a classificação de acordo com a norma Portuguesa deste material não se encontra disponível por isso não é possível atribuir a classificação de acordo com as Normas Europeias.

#### KRONOPLY OSB/4 sanded, empresa KRONO [37]

O painel Kronoply magnum é composto por placas Kronoply OSB coladas umas às outras (Figura 15).

Os ligantes utilizados são completamente livres de formaldeído, o que permite que haja uma boa ligação entre os painéis colados.

Os painéis têm boas características no isolamento térmico, acústico e proteção contra incêndio.

Para aplicações interiores ou exteriores, deixar juntas de expansão de pelo menos 3 mm de largura entre as placas. Quando colocado em estreita colaboração com juntas de topo em paredes interiores, deixar espaço para expansão, onde as placas de outras estruturas adjacentes.

As superfícies lixadas podem ser revestidas como a madeira normal (por exemplo, com vernizes, tintas, óleos, ceras e vernizes).

Na Tabela 13 são apresentadas as propriedades do painel.



**Figura 15 Pormenor do painel e exemplo de aplicação Kronoply osb/4 sanded, Krono [37]**



**Tabela 13 Propriedades Kronopoly osb/4 sanded, krono [37]**

<b>Dimensões:</b> 2400 x 675 x 25 (mm)	<b>Densidade:</b> 600 kg/m <sup>3</sup>
<b>Resistência à difusão de vapor de água (<math>\mu</math>):</b> 200 (húmido) / 300 (seco)	<b>Aumento ou diminuição de tamanho com a variação da humidade:</b> 0,03 %
<b>Coefficiente de condutibilidade térmica (<math>\lambda</math>):</b> 0,13 W/mK	<b>Classe de comportamento ao fogo:</b> D-s2,d0
<b>Módulo de elasticidade:</b> 7,5 GPa (eixo maior) 3,5 GPa (eixo menor)	<b>Resistência à tração (<math>f_{v,k}</math>):</b> 1,5 MPa (eixo maior) 1,5 MPa (eixo menor)
<b>Resistência à compressão perpendicular à face (<math>f_{c,90,k}</math>):</b> Não disponível	<b>Resistência à flexão (<math>f_{m,k}</math>):</b> 27,5 MPa (eixo maior), para 25 mm 19,0 MPa (eixo menor), para 25 mm
<b>Índice de isolamento acústico a sons aéreos (<math>R_w</math>):</b> Não disponível	

#### KRONOPLY anti-termite T + G, empresa KRONO [37]

O painel Kronopoly anti-térmita T + G é resistente a ataques de térmitas, pois no processo de fabrico são adicionados pesticidas à mistura líquida e o aglutinante é misturado com um inseticida. Esta abordagem pró-ativa faz com que a placa seja altamente resistente ao ataque de infestações.

Pode ser lixada, serrada, moída e perfurada como a madeira sólida e usando todas as mesmas ferramentas.

Na Figura 16 é apresentado o painel bem como a sua aplicação numa parede exterior de uma habitação. A Tabela 14 tem algumas das características do painel.



**Figura 16 Pormenor do painel e exemplo de aplicação Kronopoly anti-termite T + G, Krono [37]**

**Tabela 14 Propriedades Kronoply anti-termite T + G, Krono [37]**

<b>Dimensões:</b> 2400 x 675 x (6-25) (mm)	<b>Densidade:</b> 600 kg/m <sup>3</sup>
<b>Resistência à difusão de vapor de água (<math>\mu</math>):</b> 200 (húmido) / 300 (seco)	<b>Aumento ou diminuição de tamanho com a variação da humidade:</b> 0,03 %
<b>Coefficiente de condutibilidade térmica (<math>\lambda</math>):</b> 0,13 W/mK	<b>Classe de comportamento ao fogo:</b> D-s2,d0
<b>Módulo de elasticidade:</b> 4,9 GPa (eixo maior) 1,98 GPa (eixo menor)	<b>Resistência à tração (<math>f_{v,k}</math>):</b> 1,0 MPa (eixo maior) 1,0 MPa (eixo menor)
<b>Resistência à compressão perpendicular à face (<math>f_{c,90,k}</math>):</b> 10,0 MPa (eixo maior), para 6 mm 10,0 MPa (eixo maior), para 25 mm 10,0 MPa (eixo menor), para 6mm 10,0 MPa (eixo menor), para 25mm	<b>Resistência à flexão (<math>f_{m,k}</math>):</b> 18,0 MPa (eixo maior), para 6 mm 14,8 MPa (eixo maior), para 25 mm 9,0 MPa (eixo menor), para 6mm 7,4 MPa (eixo menor), para 25mm
<b>Índice de isolamento acústico a sons aéreos (<math>R_w</math>):</b> Não disponível	

### 3.1.3 Isolamento e impermeabilizações

TYVEK FACHADA, TYVEK UV FACADE, TYVEK ENERCOR, empresa DUPONT[38]

As telas dupont, são compostas por um material não-tecido em poliolefina.

Ao se utilizar estas telas existem alguns benefícios tais como a redução da condensação intersticial, uma melhor regulação do calor e da humidade através da envolvente do edifício.

As telas tyvek têm três soluções para a fachada (Figura 17):

- 1) Tyvek fachada; proteção contra a chuva e é altamente permeável ao vapor de água, é destinada à proteção das fachadas com estrutura de madeira, das fachadas ventiladas e com painéis pré-fabricados.
- 2) Tyvek UV Facade: Proteção contra a chuva e é altamente permeável ao vapor de água, boa resistência contra os raios ultra violetas para uma proteção permanente das fachadas com ripas e fachadas ventiladas.
- 3) Tyvek Enercor: Proteção contra a chuva e é altamente permeável ao vapor de água, metalizada que reflete o calor para a otimização dos desempenhos térmicos do edifício.

Da Tabela 15 à Tabela 17 são apresentadas as propriedades das telas Tyvek.

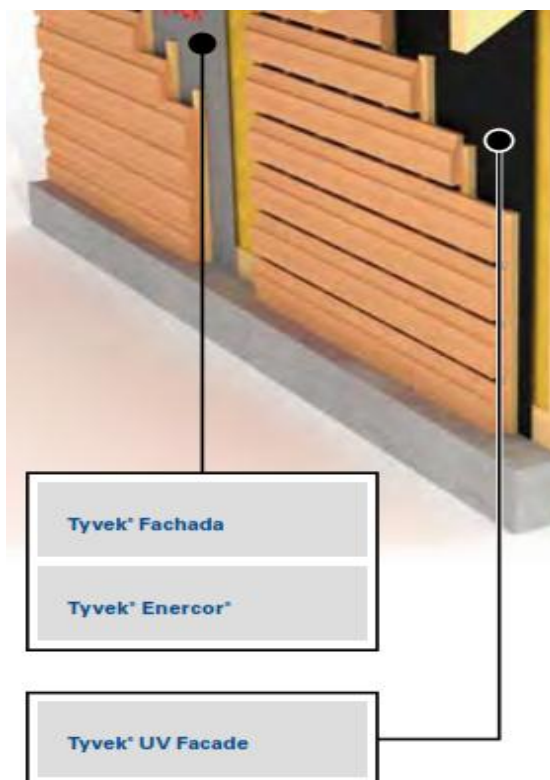


Figura 17 Exemplo de aplicação das telas Tyvek, Dupont [38]

Tabela 15 Propriedades das telas Tyvek fachada, Dupont [38]

<b>Material:</b> PEHD	<b>Dimensões:</b> 1,5 x 100 m, rolo de 9 kg 2,8 x 50 m, rolo de 17 kg
<b>Massa por unidade de área:</b> 0,060 kg/m <sup>2</sup>	<b>Transmissão de vapor de água (sd):</b> 0,01m
<b>Estanque à água:</b> W1	<b>Laceração ao prego (Linear/Transverso):</b> 55/50 N
<b>Resistência à tração (Linear/Transverso):</b> 300/310 N/50 mm	<b>Alongamento (Linear/Transverso):</b> 17/20 %
<b>Resistência térmica:</b> -40 / +100 °C	<b>Classe de comportamento ao fogo:</b> E (testado em lã mineral e madeira)
<b>Estanquicidade ao ar:</b> Não disponível	

Tabela 16 : Propriedades das telas Tyvek UV Facade, Dupont [38]

<b>Material:</b> Laminado de HDPE e PP	<b>Dimensões:</b> 1,5 x 50 m, rolo de 15 kg
<b>Massa por unidade de área:</b> 0,195 kg/m <sup>2</sup>	<b>Transmissão de vapor de água (sd):</b> 0,035 m
<b>Estanque à água:</b> W1	<b>Laceração ao prego (Linear/Transverso):</b> 300/340 N
<b>Resistência à tração (Linear/Transverso):</b> 410/335 N/50 mm	<b>Alongamento (Linear/Transverso):</b> 14/19 %
<b>Resistência térmica:</b> -40 / +100 °C	<b>Classe de comportamento ao fogo:</b> ** E
<b>Estanquicidade ao ar:</b> Não disponível	

\*\* Se for instalado em lã mineral, a classe de resistência ao fogo é Ds1, d2 (KB Hoch 080796).

**Tabela 17 Propriedades da tela Tyvek Enercor, Dupont [38]**

<b>Material:</b> PEHD	<b>Dimensões:</b> 1,5 x 100 m, rolo de 13 kg 2,7 x 100 m, rolo de 24 kg
<b>Massa por unidade de área:</b> 0,083 kg/m <sup>2</sup>	<b>Transmissão de vapor de água (sd):</b> 0,08 m
<b>Estanque à água:</b> W1	<b>Laceração ao prego (Linear/Transverso):</b> 90/85 N
<b>Resistência à tração (Linear/Transverso):</b> 250/210 N/50 mm	<b>Alongamento (Linear/Transverso):</b> 10/15 %
<b>Resistência térmica:</b> -40 / +100 °C	<b>Classe de comportamento ao fogo:</b> E-d2 (testado em lã mineral)
<b>Estanquicidade ao ar:</b> Não disponível	

#### TYVEK SD2, empresa DUPONT [38]

A barreira de estanquicidade ao ar, tyvek sd2 (Figura 18) é um composto de polipropileno e copolimero de etileno butilacrilato.

Esta barreira contribui para reduzir eficazmente os desperdícios de calor ligados à convecção.

Protege contra o vapor, permite um equilíbrio de pressão do vapor interior para o exterior.

Esta barreira deve ser aplicada na parte interior da parede e serve de complemento aos produtos acima descritos.

Na Tabela 18 são apresentadas algumas das propriedades da membrana.



**Figura 18 Exemplo de aplicação da membrana Tyvek SD2, Dupont [38]**

**Tabela 18 Propriedades da membrana Tyvek SD2, Dupont [38]**

<b>Material:</b> Composto de Polipropileno e copolimero de etileno butilacrilato	<b>Dimensões:</b> 1,5 x 50 m, rolo de 9 kg
<b>Massa por unidade de área:</b> 0,108 kg/m <sup>2</sup>	<b>Transmissão de vapor de água (sd):</b> 5 m
<b>Estanque à água:</b> Não disponível	<b>Laceração ao prego (Linear/Transverso):</b> 240/240 N
<b>Resistência à tração (Linear/Transverso):</b> 200/170 N/50 mm	<b>Alongamento (Linear/Transverso):</b> 38/38 %
<b>Resistência térmica:</b> -40 / +80 °C	<b>Classe de comportamento ao fogo:</b> E
<b>Estanquicidade ao ar:</b> Estanque	

### KRONOTHERM FLEX, empresa KRONO [38]

A solução kronotherm flex é composta por fibras de madeira, fosfato de amónio e fibras de ligação. É especialmente concebido para o uso como isolamento de enchimento, com espessuras que variam dos 40 a 240 mm.

É de fácil montagem visto não ser preciso utilizar pregos ou parafusos ou seja basta apenas a colocá-lo na posição desejada sem ser necessários meios de conexão (Figura 19).

Esta solução é altamente isolante mas permite que existam trocas do vapor de água.

Outras vantagens são:

- Grande capacidade de acumulação de calor, o que é uma excelente proteção contra o calor no verão.
- Recicláveis
- Os materiais vêm de florestas renováveis

Na Tabela 19 são apresentadas algumas propriedades do kronotherm flex.



**Figura 19** Exemplo de corte, colocação, pormenor e aspecto final KronoTherm Flex, Krono [37]

**Tabela 19** Propriedades KronoTherm Flex, Krono [37]

<b>Dimensões:</b> 1350 x 575 x (40-240) mm	<b>Densidade:</b> 55 kg/m <sup>3</sup>
<b>Capilaridade:</b> Não disponível	<b>Resistência à difusão de vapor de água (μ):</b> ≤ 5
<b>Coefficiente de condutibilidade térmica:</b> 0,038 W/m.K	<b>Classe de comportamento ao fogo:</b> E
<b>Resistência à compressão:</b> Não disponível	<b>Resistência à tração:</b> Não disponível
<b>Capacidade de calor específico (c):</b> 2100 J/Kg.K	<b>Mudança de fase:</b> 11 horas
<b>Comportamento acústico:</b> Não disponível	<b>Transmissão de vapor de água (sd):</b> Não disponível
<b>Coefficiente de dilatação linear:</b> Não disponível	<b>Temperatura de serviço:</b> Não disponível

### WALLMATE, STYROFOAM, empresa DOW [39]

As placas wallmate e styrofoam, são feitas de espuma de poliestireno extrudido (XPS).

O tipo de encaixe das placas é do tipo macho-fêmea no wallmate enquanto no styrofoam não existe encaixe. A fixação a outros elementos é feita por parafusos auto-roscantes.

Existem vários tipos de placas styrofoam para resistir aos esforços de compressão satisfazendo todas as situações de carga desde usos habitacionais a industriais.

As placas styrofoam contêm um aditivo retardante de chama de forma a evitar a ignição acidental proveniente de uma pequena fonte de incêndio. No entanto, as placas são combustíveis e ardem rapidamente se expostas a fogo intenso e sofrem alterações dimensionais irreversíveis quando expostas a altas temperaturas por longo período de tempo. São muito resistentes à difusão do vapor de água e não são afetadas por ciclos repetidos de gelo-degelo.

Quando adequadamente aplicadas, a vida útil é estimada em período de tempo igual ao da vida útil do edifício ou construção em que se inserem.

Dependendo do sistema de instalação, as placas poderão ser reutilizadas.

Nas próximas figuras são apresentadas as placas wallmate (Figura 20) e styrofoam (Figura 21), na Tabela 20 e Tabela 21 são apresentadas as suas propriedades respetivamente.

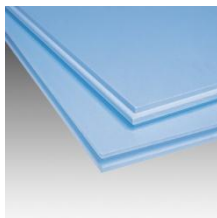


Figura 20 Exemplo da placa Wallmate, Dow [39]

Tabela 20 Propriedades da placa Wallmate, Dow [39]

<b>Dimensões:</b> 2600 x 600 x (30-80) mm	<b>Densidade:</b> 30 kg/m <sup>3</sup>
<b>Capilaridade:</b> Nula	<b>Resistência à difusão de vapor de água (μ):</b> 80-180
<b>Coefficiente de condutibilidade térmica:</b> 0,035 W/m.K	<b>Classe de comportamento ao fogo:</b> E
<b>Resistência à compressão:</b> 200 kPa (mínimo)	<b>Resistência à tração:</b> Não disponível
<b>Capacidade de calor específico (c):</b> Não disponível	<b>Mudança de fase:</b> Não disponível
<b>Comportamento acústico:</b> Não disponível	<b>Transmissão de vapor de água (sd):</b> Não disponível
<b>Coefficiente de dilatação linear:</b> 0,07 mm/m	<b>Temperatura de serviço:</b> -50/+75 °C



Figura 21 Exemplo da placa Styrofoam, Dow [39]

**Tabela 21 Propriedades da placa Styrofoam, Dow [39]**

<b>Dimensões:</b> 1250 x 600 x (30-80) mm	<b>Densidade:</b> 30 kg/m <sup>3</sup>
<b>Capilaridade:</b> Nula	<b>Resistência à difusão de vapor de água (<math>\mu</math>):</b> 80
<b>Coefficiente de condutibilidade térmica:</b> 0,035 W/m.K	<b>Classe de comportamento ao fogo:</b> E
<b>Resistência à compressão:</b> 250 kPa (mínimo)	<b>Resistência à tração:</b> Não disponível
<b>Capacidade de calor específico (c):</b> Não disponível	<b>Mudança de fase:</b> Não disponível
<b>Comportamento acústico:</b> Não disponível	<b>Transmissão de vapor de água (sd):</b> Não disponível
<b>Coefficiente de dilatação linear:</b> 0,07 mm/m	<b>Temperatura de serviço:</b> -50/+75 °C

#### FLEX, UNIVERSAL, THERM empresa STEICO [40]

Os produtos de isolamento flex (Figura 22), universal (Figura 23) e therm (Figura 24) da steico, são basicamente compostos: por compostos fibras de madeira, fibras de poliolefina e fosfato de amónio.

Algumas das vantagens da utilização da solução flex são as seguintes: previne as pontes térmicas, bom isolante no inverno e no verão e o encaixe com o suporte não requer elementos de fixação basta apenas colocar os blocos no lugar. Algumas das propriedades do flex são apresentadas na Tabela 22.

Algumas das vantagens da utilização da universal são as seguintes: previne pontes térmicas, protege eficazmente contra vento poeira humidade e som, aumenta as trocas de vapor. Algumas das propriedades do universal são apresentadas na Tabela 23. O tipo de encaixe entre as placas é do tipo macho-fêmea.

Algumas das vantagens da utilização da solução therm são as seguintes: fácil e rápida reparação, bom isolante no inverno e no verão, aumenta as trocas de vapor e ajuda a regular a temperatura interior dos espaços. Algumas das propriedades do therm são apresentadas na Tabela 24.

São ainda ambientalmente amigáveis pois são produzidos a partir de recursos sustentáveis e são renováveis.



**Figura 22 Exemplo do isolamento Flex, Steico [40]**

**Tabela 22 Propriedades Flex, Steico [40]**

<b>Dimensões:</b> 1220 x 575 x (40-240) mm	<b>Densidade:</b> 50 kg/m <sup>3</sup>
<b>Capilaridade:</b> Não disponível	<b>Resistência à difusão de vapor de água (μ):</b> 0,5
<b>Coefficiente de condutibilidade térmica:</b> 0,038 W/m.K	<b>Classe de comportamento ao fogo:</b> E
<b>Resistência à compressão:</b> Não disponível	<b>Resistência à tração:</b> Não disponível
<b>Capacidade de calor específico (c):</b> 2100 J/kg.K	<b>Mudança de fase:</b> Não disponível
<b>Comportamento acústico:</b> Não disponível	<b>Transmissão de vapor de água (sd):</b> Não disponível
<b>Coefficiente de dilatação linear:</b> Não disponível	<b>Temperatura de serviço:</b> Não disponível



**Figura 23 Exemplo do isolamento Universal, Steico [40]**

**Tabela 23 propriedades Uniserval, Steico [40]**

<b>Dimensões:</b> 2500 x 600 x (21-52) mm	<b>Densidade:</b> 160 kg/m <sup>3</sup>
<b>Capilaridade:</b> Não disponível	<b>Resistência à difusão de vapor de água (μ):</b> 5
<b>Coefficiente de condutibilidade térmica:</b> 0,048 W/m.K	<b>Classe de comportamento ao fogo:</b> E
<b>Resistência à compressão:</b> 200 kPa	<b>Resistência à tração:</b> ≥ 30 kPa
<b>Capacidade de calor específico (c):</b> 2100 J/kg.K	<b>Mudança de fase:</b> Não disponível
<b>Comportamento acústico:</b> Não disponível	<b>Transmissão de vapor de água (sd):</b> 0,10 – 0,80 m
<b>Coefficiente de dilatação linear:</b> Não disponível	<b>Temperatura de serviço:</b> Não disponível



**Figura 24 Exemplo do isolamento Therm, Steico [40]**



**Tabela 24 Propriedades Therm, Steico [40]**

<b>Dimensões:</b> 1350 x 600 x (20-160) mm	<b>Densidade:</b> 270 kg/m <sup>3</sup>
<b>Capilaridade:</b> Não disponível	<b>Resistência à difusão de vapor de água (<math>\mu</math>):</b> Não disponível
<b>Coefficiente de condutibilidade térmica:</b> 0,039 W/m.K	<b>Classe de comportamento ao fogo:</b> E
<b>Resistência à compressão:</b> 50 kPa	<b>Resistência à tração:</b> $\geq 2,5$ kPa
<b>Capacidade de calor específico (c):</b> 2100 J/kg.K	<b>Mudança de fase:</b> Não disponível
<b>Comportamento acústico:</b> Não disponível	<b>Transmissão de vapor de água (sd):</b> 0,11 – 0,30 m
<b>Coefficiente de dilatação linear:</b> Não disponível	<b>Temperatura de serviço:</b> Não disponível

ENERGAIN THERMAL MASS PANEL, empresa DUPONT [38]

O painel é constituído por de alumínio laminado e no núcleo tem um composto de um material de mudança de fase (PCM) de cera de parafina (Figura 25).

Quando a temperatura se encontra abaixo dos 18°C, a cera permanece no estado sólido. Assim que a temperatura no interior de uma sala de atingir os 22°C, devido a ganhos solares ou devido a temperaturas externas, a cera parafina derrete. É esta mudança de fase que absorve o calor. Inversamente, à medida que a temperatura interna fica mais fria, atingindo uma temperatura de 18 ° C, a cera de parafina volta ao estado sólido, liberando calor de volta ao ambiente interno.

É garantido que o material (polímero composto / painel) mantém a sua estabilidade mecânica, mesmo quando a parafina se encontre no estado líquido. É quimicamente inerte com a maior parte dos materiais, presumido que dure a vida útil do edifício.

Na Tabela 25 são apresentadas as propriedades do painel.



**Figura 25 Exemplo do Energain Thermal Mass Panel, Dupont [38]**

**Tabela 25 Propriedades Energain Thermal Mass Panel, Dupont [38]**

<b>Dimensões:</b> 1000 x 1198 x 5,2 mm	<b>Densidade:</b> Não disponível
<b>Capilaridade:</b> Não disponível	<b>Resistência à difusão de vapor de água (<math>\mu</math>):</b> Não disponível
<b>Coefficiente de condutibilidade térmica:</b> 0,18 W/m.K (no estado solido) 0,14 W/m.K (no estado liquido)	<b>Classe de comportamento ao fogo:</b> E
<b>Resistência à compressão:</b> Não disponível	<b>Resistência à tração:</b> Não disponível
<b>Capacidade de calor específico (c):</b> > 700 J/kg.K (capacidade latente de armazenamento de calor) ~ 140 J/kg.K (capacidade total de armazenamento de calor)	<b>Mudança de fase:</b> Não disponível
<b>Comportamento acústico:</b> Não disponível	<b>Transmissão de vapor de água (sd):</b> Não disponível
<b>Coefficiente de dilatação linear:</b> Não disponível	<b>Temperatura de serviço:</b> Não disponível

#### VACUM INSULATION PANEL, empresa DOW [39]

O vacuum insulation panel é um produto composto por uma camada exterior de alumínio e uma camada interior de um material inorgânico composto por sílica fumada que se encontra envolto num saco (Figura 26).

Esta é uma solução que permite alcançar cinco a dez vezes melhor resistência térmica do que os materiais de isolamento convencionais. O painel de isolamento a vácuo deve manter mais do que 80% do seu desempenho térmico ao fim de 30 anos, desde que não seja danificado.

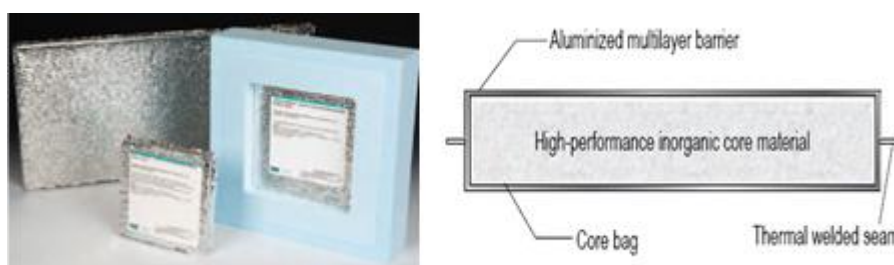
Alguns dos benefícios de utilizar este painel são os seguintes:

- Criar construções de parede fina com alto desempenho térmico.
- O aumento significativo da resistência térmica em situações de espaço limitado.

Este painel requer um manuseamento cuidadoso para evitar danos e perda do vácuo instalado no centro do painel.

O corte dos painéis fará com que o vácuo se perca o que faz com que o painel perca em termos de desempenho.

Na Tabela 26 são apresentadas as suas propriedades.



**Figura 26 Pormenor e exemplo do painel Vacuum Insulation Panel, Dow [39]**

**Tabela 26 Propriedades do painel Vacuum Insulation Panel, Dow [39]**

<b>Dimensões:</b> 600 x 900 x (6,3-38) mm	<b>Densidade:</b> 150-300 kg/m <sup>3</sup>
<b>Capilaridade:</b> Não disponível	<b>Resistência à difusão de vapor de água (μ):</b> Não disponível
<b>Coefficiente de condutibilidade térmica:</b> 3,85x10 <sup>-3</sup> W/m.K *	<b>Classe de comportamento ao fogo:</b> E
<b>Resistência à compressão:</b> 45-149 kPa (com 10% de deformação)	<b>Resistência à tração:</b> Não disponível
<b>Capacidade de calor específico (c):</b> Não disponível	<b>Mudança de fase:</b> Não disponível
<b>Comportamento acústico:</b> Não disponível	<b>Transmissão de vapor de água (sd):</b> Não disponível
<b>Coefficiente de dilatação linear:</b> Não disponível	<b>Temperatura de serviço:</b> 80 °C (temperatura máxima)

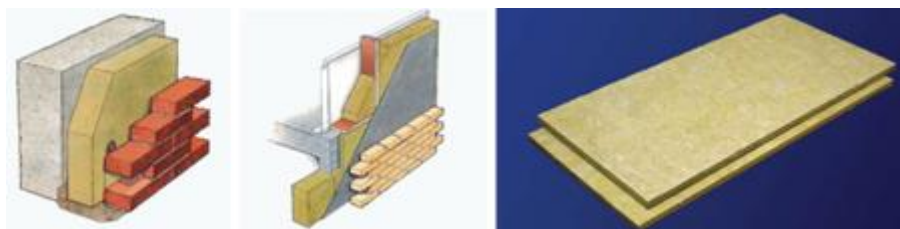
\* O valor foi calculado com base num valor de U = 6,49 W/m<sup>2</sup>.K e uma espessura de 0,015 m. Não foram considerados os valores de R si e R se.

#### PN 100, empresa TERMOLAN [41]

Os painéis PN 100 são rígidos de espessura uniforme, constituídos de fibras por lã de rocha aglutinadas com resina sintética termo-endurecida, sem revestimento.

As aplicações destes painéis são múltiplas, como isolamento térmico e acústico em soluções de maior exigência e proteção ao fogo. O tipo de ligação ao suporte pode ser executado de diversas formas entre as quais aparafusamento.

Na Figura 27 é possível observar dois exemplos de aplicação do painel bem como a sua aparência enquanto na Tabela 27 são apresentadas as suas propriedades.



**Figura 27 Exemplo de utilização e aparência do painel PN 100, Termolan [41]**

**Tabela 27 Propriedades do painel PN 100, Termolan [41]**

<b>Dimensões:</b> 1200 x 600 x (30-100) mm	<b>Densidade:</b> 100 kg/m <sup>3</sup>
<b>Capilaridade:</b> Não disponível	<b>Resistência à difusão de vapor de água (μ):</b> 1,3
<b>Coefficiente de condutibilidade térmica:</b> 0,034 W/m.K	<b>Classe de comportamento ao fogo:</b> A1
<b>Resistência à compressão:</b> 45-149 kPa (com 10% de deformação)	<b>Resistência à tração:</b> ≥ 60 kPa
<b>Capacidade de calor específico (c):</b> Não disponível	<b>Mudança de fase:</b> Não disponível
<b>Comportamento acústico:</b> $\alpha_w$ 50 mm = 0,90 Classe A $\alpha_w$ 80 e 100 mm = 1,00 Classe A	<b>Transmissão de vapor de água (sd):</b> Não disponível
<b>Coefficiente de dilatação linear:</b> 0%	<b>Temperatura de serviço:</b> Não disponível

### 3.1.4 Revestimentos interiores

#### KRONOPLY MDF MOULDING, empresa KRONO [37]

O painel kronoply mdf moudling é fabricado a partir da compactação de finas fibras de madeira.

As fibras são finamente separadas, o que permite que o perfil tenha uma densidade homogénea em massa sendo também uma alternativa económica de alta qualidade à madeira maciça.

Os painéis podem ser lixados, serrados, moídos e perfurados como a madeira sólida e todas as mesmas ferramentas e todas as colas comerciais também podem ser usadas e aplicadas.

Na Figura 28 é demonstrado o tipo de acabamento ao usar-se este tipo de painel e na Tabela 28 são expostas algumas das suas propriedades.



Figura 28 Exemplo e aspeto final apos aplicação do painel Kronoply MDF Moulding, Krono [37]

Tabela 28 Propriedades do painel Kronoply MDF Moulding, Krono [37]

<b>Dimensões:</b> 2800 x 2070 x (9-40) mm	<b>Densidade:</b> (770-740) kg/m <sup>3</sup>
<b>Resistência à flexão:</b> 40 MPa	<b>Classe de comportamento ao fogo:</b> D-s2,d0
<b>Resistência à difusão de vapor de água (μ):</b> Para densidade 600 kg/m <sup>3</sup> - húmido 12 / seco 20 Para densidade 800 kg/m <sup>3</sup> - húmido 20 / seco 30	<b>Coefficiente de condutibilidade térmica (λ):</b> Para densidade 600 kg/m <sup>3</sup> - 0,10 W/m.K Para densidade 800 kg/m <sup>3</sup> - 0,14 W/m.K
<b>Comportamento acústico:</b> Frequência de 250-500 Hz: 0,10 Frequência de 1000-2000 Hz: 0,20	<b>Coefficiente de dilatação linear:</b> (15-8) % Após submerso 24 horas em água

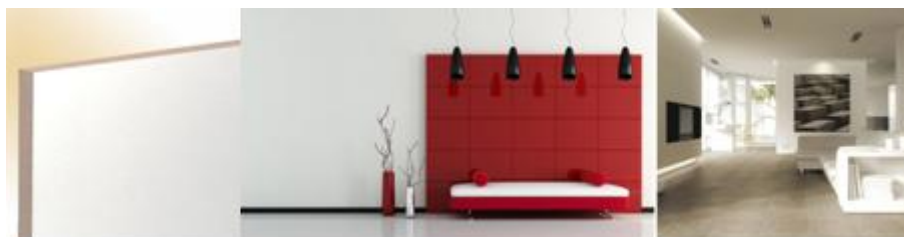
#### KRONOPLY MDF - GF WHITE PAINTING GRADE, empresa KRONO [37]

Esta solução de painéis mdf laminados Kronoply tem por base um painel laminado em ambos os lados, sendo pintado com um primário branco. Podem ter ainda um acabamento pintado mas também existe a possibilidade dos painéis não requerem nenhum tratamento adicional.

Uma das vantagens deste painel é a possibilidade de utilização em locais mais húmidos como as cozinhas.

Os painéis podem ser lixados, serrados, moídos e perfurados como a madeira sólida e todas as mesmas ferramentas e todas as colas comerciais também podem ser usadas e aplicadas.

Na Figura 29 é possível ver um possível acabamento usando este tipo de painel e na Tabela 29 são apresentadas algumas das suas propriedades.



**Figura 29 Exemplo e aspeto final apos aplicação do painel Kronopoly MDF GF White Painting Grade, Krono [37]**

**Tabela 29 Propriedades do painel Kronopoly MDF GF White Painting Grade, Krono [37]**

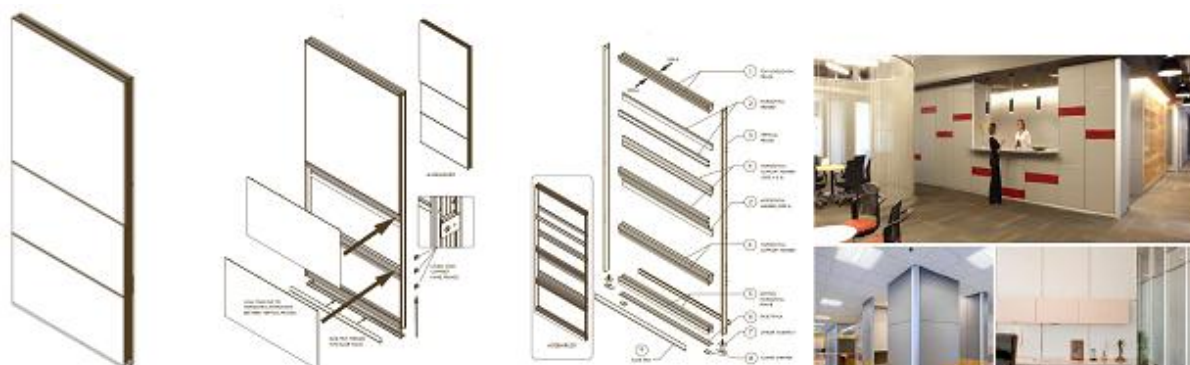
<b>Dimensões:</b> 2800 x 2070 x (9-40) mm	<b>Densidade:</b> (770-740) kg/m <sup>3</sup>
<b>Resistência à flexão:</b> 40000 kPa	<b>Classe de comportamento ao fogo:</b> D-s2,d0
<b>Resistência à difusão de vapor de água (μ):</b> Para densidade 600 kg/m <sup>3</sup> - húmido 12 / seco 20 Para densidade 800 kg/m <sup>3</sup> - húmido 20 / seco 30	<b>Coefficiente de condutibilidade térmica (λ):</b> Para densidade 600 kg/m <sup>3</sup> - 0,10 W/m.K Para densidade 800 kg/m <sup>3</sup> - 0,14 W/m.K
<b>Comportamento acústico:</b> Frequência de 250-500 Hz: 0,10 Frequência de 1000-2000 Hz: 0,20	<b>Coefficiente de dilatação linear:</b> (15-8) % Após submerso 24 horas em água

#### FACE MOUNTED TILES, empresa DIRT [42]

O face mounted tiles é composto por uma camada de fibra de vidro revestida com diversos revestimentos.

O sistema é composto pelas seguintes dimensões: 3048 mm de comprimento; 152 a 1219 mm de altura e 102 mm de espessura. Este sistema é composto também como foi referido anteriormente por uma camada de fibra de vidro, com uma espessura de 25 mm para atender a questões térmicas e acústicas.

Esta solução face mounted tiles tem a capacidade para suportar tanto móveis novos como mais antigos, e também aparelhos e acessórios. Cada painel de parede lateral é executado de forma independente do outro. Na Figura 30 é apresentado o esquema das partes necessárias para montar esta solução assim como o procedimento de montagem dos painéis, podendo também pode ser visto alguns dos aspetos finais desta solução.



**Figura 30 Exemplo de montagem e acabamento da solução Face Mounted Tiles, Dirtt [42]**

### STANDARD, HIDRÓFUGA, empresa GYPTEC IBÉRICA [43]

A placa standard e a hidrófuga já foram descritas em 3.1.4. (Figura 31) de gesso laminado é formada por duas lâminas de papel com gesso de alta qualidade no interior, a cor da face da placa é branca enquanto a cor no verso é castanho. Vários tipos de ligação ao suporte, sendo uma dos quais a aparafusada.

Esta placa pode ser aplicada em todo o tipo de obra seca em interiores como por exemplo revestimento interior de paredes exteriores.

A placa hidrófuga (Figura 32) é formada por duas lâminas de papel com gesso de alta qualidade no interior, é tratada com um agente hidrófugo para diminuir a absorção de água, e a cor da placa é verde em ambas as faces. Possui vários tipos de ligação ao suporte, sendo uma dos quais a aparafusada.

A placa é adequada para zonas húmidas, tais como cozinhas e casas de banho e pode ser revestida com azulejos ou revestimentos similares.

Na Tabela 30 e Tabela 31 são apresentadas as propriedades das placas standard e hidrófuga respetivamente.



**Figura 31 Exemplo da placa Standard, Gyptec [43]**

**Tabela 30 Propriedades da placa Standard, Gyptec [43]**

<b>Dimensões:</b> (2000-3000) x 1200 x (9,5-18) mm	<b>Densidade:</b> (790-625) kg/m <sup>3</sup>
<b>Resistência à flexão:</b> 0,210-0,560 kN	<b>Classe de comportamento ao fogo:</b> A-s1, d0
<b>Resistência à difusão de vapor de água (<math>\mu</math>):</b> 10	<b>Coefficiente de condutibilidade térmica (<math>\lambda</math>):</b> 0,25 W/m.K
<b>Comportamento acústico:</b> Não disponível	<b>Coefficiente de dilatação linear:</b> Não disponível

**Figura 32 Exemplo da placa Hidrófuga, Gyptec [43]****Tabela 31 Propriedades da placa Hidrófuga, Gyptec [43]**

<b>Dimensões:</b> (2000-3000) x 1200 x (12,5 e 15) mm	<b>Densidade:</b> 680 kg/m <sup>3</sup>
<b>Resistência à flexão:</b> 0,210-0,550 kN Para 12,5 mm 0,250-0,650 kN Para 15 mm	<b>Classe de comportamento ao fogo:</b> A-s1, d0
<b>Resistência à difusão de vapor de água (<math>\mu</math>):</b> 10	<b>Coefficiente de condutibilidade térmica (<math>\lambda</math>):</b> 0,25 W/m.K
<b>Comportamento acústico:</b> Não disponível	<b>Coefficiente de dilatação linear:</b> Não disponível

## 3.2 Cobertura

Este subcapítulo vai ser organizado pelas seguintes categorias:

- Revestimentos exteriores
- Painéis resistentes
- Isolamentos e impermeabilizações
- Revestimentos interiores

Seguidamente em cada ponto, será apresentada brevemente uma breve descrição de cada produto em função das exigências que cumpre. Estes serão associados às suas características físicas e classes atribuídas pelos diferentes fabricantes, sempre que possível.



### 3.2.1 Revestimentos exteriores

#### HAIRISOL 1000C, ONDATHERM 900C, empresa ARVAL IBERIA [44]

Os painéis sandwich hairisol 1000C (Figura 33), ondatherm 900c (Figura 34) são compostos por uma chapa de revestimento de aço galvanizado pré-lacado e um interior de espuma de poliuretano.

Este tipo de painéis oferece uma solução elegante e não necessita de outro tipo de revestimentos finais.

Nas seguintes tabelas (Tabela 32 e Tabela 33), são apresentadas algumas propriedades dos painéis.



Figura 33 Exemplo do painel e aspeto final Harrison 1000C, Arval Iberia [44]

Tabela 32 Propriedades do painel Harrison 1000C, Arval Iberia [44]

<b>Dimensões (revestimento):</b> 1000 x (30-60) mm	<b>Massa por unidade de área:</b> 10,0-11,5 kg/m <sup>2</sup>
<b>Módulo de elasticidade (E):</b> Não disponível	<b>Resistência à difusão de vapor de água (μ):</b> Não disponível
<b>Coefficiente de expansão térmica:</b> Não disponível	<b>Comportamento acústico:</b> Indicie de absorção (60 mm): R rose 25 dB (A); R route 22 dB (A); Rw (C;Ctr) 25 (-1;-3) dB
<b>Classe de comportamento ao fogo:</b> B-s2	<b>Coefficiente de condutibilidade térmico (λ):</b> 0,025 W/m.K
<b>Resistência à flexão</b> 3,06 kPa (máximo para 30 mm, para 2 apoios) 3,21 kPa (máximo para 60 mm, para 2 apoios) 2,67 kPa (máximo para 30 mm, para 3 apoios) 2,70 kPa (máximo para 60 mm, para 3 apoios)	<b>Resistência à tração</b> Não disponível

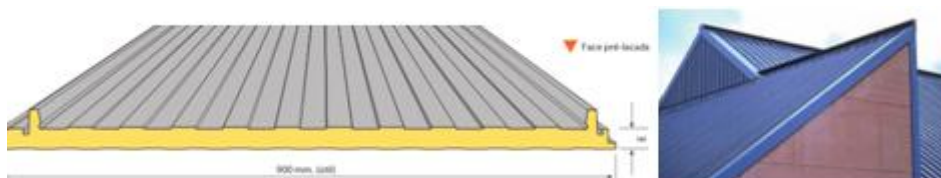


Figura 34 Exemplo do painel e aspeto final Ondatherm 900C, Arval Iberia [44]



**Tabela 33 Propriedades do painel Ondatherm 900C, Arval Iberia [44]**

<b>Dimensões (revestimento):</b> 900 x (30-100) mm	<b>Densidade:</b> 11,0-13,8 kg/m <sup>2</sup>
<b>Módulo de elasticidade (E):</b> Não disponível	<b>Resistência à difusão de vapor de água (μ):</b> Não disponível
<b>Coefficiente de expansão térmica:</b> Não disponível	<b>Comportamento acústico:</b> Rw: 29-32 dB
<b>Classe de comportamento ao fogo:</b> Poliuretano: C s3, d0 POLIisocianurato: B s2, d0	<b>Coefficiente de condutibilidade térmica (λ):</b> 0,022 W/m.K
<b>Resistência à flexão</b> 2,20 kPa (máximo para 30 mm, para vão de 1,5m) 4,00 kPa (máximo para 60 mm, para vão de 2,5 m)	<b>Resistência à tração</b> Não disponível

TR35/995, TJ24/ 1100, empresa PERFITEC [45]

A chapa TJ24/1100 é uma imitação de telha, enquanto a chapa TR 35/995 é perfilada.

Este tipo de chapas não necessita de outro tipo de revestimentos finais. Na Tabela 34 e Tabela 35 são apresentadas algumas propriedades da chapa TJ24/1100 e TR 35/995 respetivamente.



**Figura 35 Exemplo da chapa TJ24/1100, Perfitec [45]**

**Tabela 34 Propriedades da chapa TJ24/1100, Perfitec [45]**

<b>Dimensões (revestimento):</b> 1185 x (0,5-0,8) mm	<b>Massa por unidade de área:</b> 4,14-6,63 kg/m <sup>2</sup>
<b>Módulo de elasticidade (E):</b> Não disponível	<b>Resistência à difusão de vapor de água (μ):</b> Não disponível
<b>Coefficiente de expansão térmica:</b> Não disponível	<b>Comportamento acústico:</b> Não disponível
<b>Classe de comportamento ao fogo:</b> Não disponível	<b>Coefficiente de condutibilidade térmica (λ):</b> Não disponível
<b>Resistência à flexão</b> Valor do módulo de flexão (w): 1,66-4,34 cm <sup>3</sup> Valor do módulo da Inercia (I): 1,04-1,72 cm <sup>3</sup>	<b>Resistência à tração</b> Não disponível

\* Valor calculado, com base na massa por metro quadrada fornecida na brochura



**Figura 36 Exemplo da chapa TR 35/995, Perfitec [45]**

**Tabela 35 Propriedades da chapa TR 35/995, Perfitec [45]**

<b>Dimensões (revestimento):</b> 955 x (0,5-0,8) mm	<b>Massa por unidade de área:</b> 4,91-7,85 kg/m <sup>2</sup>
<b>Módulo de elasticidade (E):</b> Não disponível	<b>Resistência à difusão de vapor de água (μ):</b> Não disponível
<b>Coefficiente de expansão térmica:</b> Não disponível	<b>Comportamento acústico:</b> Não disponível
<b>Classe de comportamento ao fogo:</b> Não disponível	<b>Coefficiente de condutibilidade térmico (λ):</b> Não disponível
<b>Resistência à flexão</b> Valor do módulo de flexão (w): 4,7-7,56 cm <sup>3</sup> Valor do módulo da Inércia (I): 11,33-18,18 cm <sup>3</sup>	<b>Resistência à tração</b> Não disponível

#### PTFE GLASS CLOTH, empresa ARCHITEN LANDRELL [46]

O ptfе coated glass cloth (Figura 37) é constituído por teflon.

Estabeleceu-se como a maior membrana arquitetónica de qualidade para estruturas tencionadas.

O tecido tem uma resistência à rutura de 75-150 kN por metro, dependendo da espessura.

Sendo um material leve logo com massa limitada, a sua acústica é relativamente transparente, mas mesmo assim fornece algum grau de absorção e atenuação de ruído.

As propriedades isolantes são similares ao desempenho de vidros convencionais, o equivale a um valor de transmissão térmica (U) de aproximadamente 4,0-5,0 W/m<sup>2</sup>.K para uma única camada de membrana, e 2-2,5 para uma membrana de dupla camada. Membranas com camadas individuais têm um nível de transmissão de luz de cerca de 50%.

Esta solução tem 30-50 anos de vida útil. Os cuidados de manutenção são extremamente baixos devido à ação de limpeza de chuva na camada exterior do teflon. O teflon é ativamente branqueado pela luz ultra violeta, o que permite manter uma aparência branca brilhante a longo prazo. Tipicamente, a limpeza é recomendada a cada 2-5 anos, dependendo da localização da estrutura e a sua exposição à poluição ambiental. Na Tabela 36 são apresentadas algumas propriedades.



**Figura 37 Exemplo de aspeto final e utilização do PTFE Glass Cloth, Architen Landrell [46]**

**Tabela 36 Propriedades do PFTE Glass Cloth, Architen Landrell [46]**

<b>Dimensões (revestimento):</b> (1,5-2,6) x até 60 m Espessura: 0,80 mm	<b>Densidade:</b> 1375 kg/m <sup>3</sup> **
<b>Módulo de elasticidade (E):</b> Não disponível	<b>Resistência à difusão de vapor de água (μ):</b> Não disponível
<b>Coefficiente de expansão térmica:</b> Não disponível	<b>Comportamento acústico:</b> Não disponível
<b>Classe de comportamento ao fogo*:</b> Class AA BS 476: Part 3 Fire Propagation-Class 0 BS 476: Part 6 Spread of Flame-Class 1 BS 476: Part 7	<b>Coefficiente de condutibilidade térmico (λ):</b> Não disponível
<b>Resistência à flexão</b> 75-150 kN	<b>Resistência à tração</b> Não disponível

\* Não existe referência no website da Architen Landrell no que diz respeito à classificação de reação ao fogo segundo a Norma Europeia

\*\* Valor calculado para uma massa de 1,1 Kg/m<sup>2</sup> e uma espessura de 0,800 mm

### 3.2.2 Painéis resistentes

#### KRONOPLY OSB/3, empresa KRONO [37]

Os painéis kronopoly osb/3 (Figura 38) produzidos exclusivamente com formaldeído livre de ligantes, encontra-se ligado à madeira natural.

Podem ser lixadas, serradas, moídas e perfuradas como a madeira sólida e usadas todas as mesmas ferramentas. Na Tabela 37 são apresentadas algumas propriedades do painel.



**Figura 38 Exemplo do painel e aplicação Kronopoly OSB/3, Krono [37]**

**Tabela 37 Propriedades do painel Kronopoly OSB/3, Krono [37]**

<b>Dimensões:</b> (2500-5000) x (1250-2500) x (9-40) (mm)	<b>Densidade:</b> 600 kg/m <sup>3</sup>
<b>Resistência à difusão de vapor de água (μ):</b> 200 (húmido) / 300 (seco)	<b>Aumento ou diminuição de tamanho com a variação da humidade:</b> 0,03 %
<b>Coefficiente de condutibilidade térmica (λ):</b> 0,13 W/mK	<b>Classe de comportamento ao fogo:</b> D-s2,d0
<b>Módulo de elasticidade:</b> 4,93 GPa (eixo maior) 1,98 GPa (eixo menor)	<b>Resistência à tração (f<sub>v,k</sub>):</b> 1,0 MPa (eixo maior) 1,0 MPa (eixo menor)
<b>Resistência à compressão perpendicular à face (f<sub>c,90,k</sub>):</b> 10,0 MPa (eixo maior), para 6 mm 10,0 MPa (eixo maior), para 25 mm 10,0 MPa (eixo menor), para 6mm 10,0 MPa (eixo menor), para 25mm	<b>Resistência à flexão (f<sub>m,k</sub>):</b> 18,0 MPa (eixo maior), para 6 mm 14,8 MPa (eixo maior), para 25 mm 9,0 MPa (eixo menor), para 6mm 7,4 MPa (eixo menor), para 25mm
<b>Índice de isolamento acústico a sons aéreos (R<sub>w</sub>):</b> Não disponível	

### 3.2.3 Isolamento e impermeabilizações

#### TYVEK SD2, empresa DUPONT [47]

A barreira de estanquicidade ao ar, tyvek sd2 (Figura 39) é produzida a partir de um composto de polipropileno e copolímero de etileno butilacrilato.

Contribui para reduzir eficazmente os desperdícios de calor ligados à convecção. Protege ainda contra o vapor, permitindo um equilíbrio de pressão do vapor interior para o exterior.

Na Tabela 38 são apresentadas algumas das propriedades da membrana.



**Figura 39 Exemplo da membrana e aplicação Tyvek SD2, Dupont [47]**

**Tabela 38 Propriedades da membrana Tyvek SD2, Dupont [47]**

<b>Material:</b> Polipropileno e copolímero de etileno butilacrilato	<b>Dimensões:</b> 1,5 x 50 m, rolo de 9 kg
<b>Massa por unidade de área:</b> 0,108 kg/m <sup>2</sup>	<b>Transmissão de vapor de água (sd):</b> 5 m
<b>Estanque à água:</b> Não disponível	<b>Laceração ao prego (Linear/Transverso):</b> 240/240 N
<b>Resistência à tração (Linear/Transverso):</b> 200/170 N/50 mm	<b>Alongamento (Linear/Transverso):</b> 38/38 %
<b>Resistência térmica:</b> -40 / +100°C	<b>Classe de comportamento ao fogo:</b> E
<b>Estanquicidade ao ar:</b> Estanque	

#### TYVEK ENERCOR EXTRA, empresa DUPONT [47]

A Tela tyvek enercor extra (Figura 40) de subtelha respirante é composta por polietileno em que a sua face é metalizada e tem emissividade reduzida, aliada ainda a uma lâmina de ar.

A tela pode ser utilizada isoladamente mas a eficácia global do sistema é muito superior quando aliado à tela dupont tm air guard que será descrita mais à frente. A associação destes dois produtos proporciona duas grandes vantagens:

- Uma proteção contra todos os desperdícios de calor possíveis por radiação e convecção.
- Uma gestão eficaz da humidade graças à grande capacidade de evaporação da tela tyvek enercor extra e da redução da passagem da humidade.

Na seguinte tabela (Tabela 39) são apresentadas algumas das propriedades da tela.



Figura 40 Exemplo da tela Tyvek Enercor Extra, Dupont [47]

Tabela 39 Propriedades da tela Tyvek Enercor Extra, Dupont [47]

<b>Material:</b> Polietileno	<b>Dimensões:</b> 1,5 x 50 m
<b>Massa por unidade de área:</b> 0,083 kg/m <sup>2</sup>	<b>Transmissão de vapor de água (sd):</b> 0,08 m
<b>Estanque à água:</b> Não disponível	<b>Laceração ao prego (Linear/Transverso):</b> 90/85 N
<b>Resistência à tração (Linear/Transverso):</b> 250/210 N/50 mm	<b>Alongamento (Linear/Transverso):</b> 10/15 %
<b>Resistência térmica:</b> -40 / +100 °C	<b>Classe de comportamento ao fogo:</b> E-d2 (testado em lã mineral e madeira)
<b>Estanquicidade ao ar:</b> Não disponível	

#### DUPONT AIR GUARD, empresa DUPONT[47]

A tela dupont air guard (Figura 41) é composta por polipropileno, polietileno e alumínio. Protege contra o vapor, sendo 100% estanque ao ar, é também revestida com uma superfície de emissividade muito reduzida que, combinada com uma lâmina de ar, reduz substancialmente as perdas de calor por radiação. Utilizado em associação com o Tyvek Enercor extra trás as vantagens acima descritas na tela tyvek enercor extra. Na Tabela 40 são apresentadas algumas propriedades.



Figura 41 Exemplo da tela e aplicação Dupont Air Guarda, Dupont [47]

Tabela 40 Propriedades da tela Dupont Air Guarda, Dupont [47]

<b>Material:</b> Polipropileno, polietileno e alumínio	<b>Dimensões:</b> 1,5 x 50 m
<b>Massa por unidade de área:</b> 0,083 kg/m <sup>2</sup>	<b>Transmissão de vapor de água (sd):</b> 2000 m
<b>Estanque à água:</b> Não disponível	<b>Laceração ao prego (Linear/Transverso):</b> 230/250 N
<b>Resistência à tração (Linear/Transverso):</b> 440/210 N/50 mm	<b>Alongamento (Linear/Transverso):</b> 25/22 %
<b>Resistência térmica:</b> -40 / +100 °C	<b>Classe de comportamento ao fogo:</b> E (testado em lã mineral e madeira)
<b>Estanquicidade ao ar:</b> Não disponível	

### TYVEK COBERTURA ANTIREFLEXO, empresa DUPONT [47]

A tela tyvek cobertura antirreflexo (Figura 42) é composta por polietileno. É de camada única, transpirável, resistente à água e ao vento. Na Tabela 41 são apresentadas as suas propriedades.



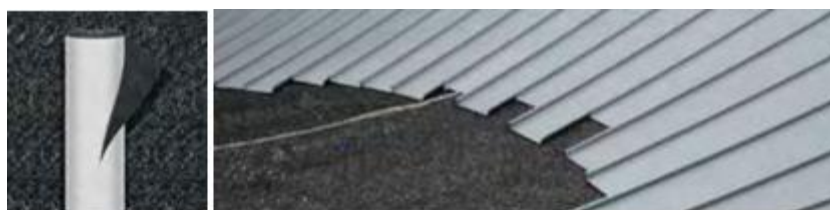
**Figura 42 Exemplo da tela Tyvek Cobertura Antirreflexo, Dupont [47]**

**Tabela 41 Propriedades da tela Tyvek Cobertura Antirreflexo, Dupont [47]**

<b>Material:</b> Polipropileno, polietileno e alumínio	<b>Dimensões:</b> 1,5 x 50 m
<b>Massa por unidade de área:</b> 0,350 kg/m <sup>2</sup>	<b>Transmissão de vapor de água (sd):</b> 0,025 m
<b>Estanque à água:</b> W1	<b>Laceração ao prego (Linear/Transverso):</b> 170/170 N
<b>Resistência à tração (Linear/Transverso):</b> 300/325 N/50 mm	<b>Alongamento (Linear/Transverso):</b> 11/15 %
<b>Resistência térmica:</b> -40 / +100 °C	<b>Classe de comportamento ao fogo:</b> E (testado em lã mineral e madeira)
<b>Estanquicidade ao ar:</b> Não disponível	

### TYVEK METAL, empresa DUPONT [47]

O tyvek metal (Figura 43) é constituído por polietileno, polipropileno, por uma tela respirante e uma estrutura de drenagem, é colocada sob as coberturas de tetos metálicos de junta direita. Esta solução permite a evacuação da condensação formada sob os tetos em aço inoxidável, cobre e zinco. A tela deve ser instalada em painéis de madeira resinosa e forro de madeira. A Tabela 42 apresenta as propriedades do tyvek metal.



**Figura 43 Exemplo Tyvek Metal, Dupont [47]**

**Tabela 42 Propriedades Tyvek Metal, Dupont [47]**

<b>Material:</b> Polipropileno, polietileno	<b>Dimensões:</b> 1,5 x 30 m
<b>Massa por unidade de área:</b> 0,060 Kg/m <sup>2</sup>	<b>Transmissão de vapor de água (sd):</b> 0,03 m
<b>Estanque à água:</b> Não disponível	<b>Laceração ao prego (Linear/Transverso):</b> 65/60 N
<b>Resistência à tração:</b> 132,7 N	<b>Alongamento (Linear/Transverso):</b> 11/15 %
<b>Resistência térmica:</b> -40 / +100 °C	<b>Classe de comportamento ao fogo:</b> E-d2
<b>Estanquidade ao ar:</b> Não disponível	

#### VENT S, empresa DELTA [48]

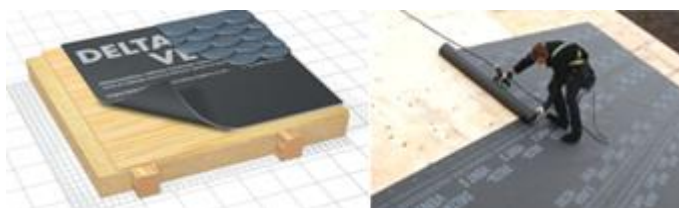
A membrana vent s (Figura 44) é composta por três camadas, em que as suas duas camadas exteriores são feitas de polipropileno. Encontram-se ligadas termicamente e são altamente permeáveis ao vapor de água, tendo também características impermeáveis. A camada de tecido, no lado inferior da membrana protege contra danos.

A sua alta permeabilidade faz com que seja ideal para telhados pouco ventilados ou não ventilados.

A membrana é completamente à prova de água, vai protegendo o telhado de ventos, chuva, neve e cumpre os requisitos para uma barreira de ar. Também é agradavelmente leve em comparação com o betume e feltros saturados de asfalto para telhados, tornando a instalação fácil e rápida.

A tela não deve estar exposta mais de 6 semanas a raios ultra violeta e deve ser evitado o uso de selantes de silicone com propriedades ácidas.

Na Tabela 43 são apresentadas algumas das propriedades.



**Figura 44 Exemplo e aplicação da membrana Vent S, DELTA [48]**



**Tabela 43 Propriedades da membrana Vent S, DELTA [48]**

<b>Material:</b> Polipropileno	<b>Dimensões:</b> 1,5 x 50 m (rolo de 11 kg)
<b>Massa por unidade de área:</b> >0,150 kg/m <sup>2</sup>	<b>Transmissão de vapor de água (sd):</b> 820 g/m <sup>2</sup> / 24h
<b>Estanque à água:</b> Estanque	<b>Laceração ao prego (Linear/Transverso):</b> Não disponível
<b>Resistência à tração:</b> 132,7 N	<b>Alongamento (Linear/Transverso):</b> Não disponível
<b>Resistência térmica:</b> -40 / +80 °C	<b>Classe de comportamento ao fogo:</b> A
<b>Estanquicidade ao ar:</b> Não disponível	

#### TRELA, empresa DELTA [48]

A membrana é composta por uma manta de fibras de polipropileno termicamente ligadas. A disposição das fibras da membrana trela assegura uma corrente de ar permanente em torno do lado de baixo dos painéis de telhado de metal. O ruído provocado pelo impacto da chuva ou granizo é reduzido até 15 dB. A tela não deve estar exposta mais de 6 semanas a raios ultra violeta. Na Figura 45 é apresentado o resultado da aplicação da membrana trela e na Tabela 44 estão expostas algumas das suas propriedades.



**Figura 45 Exemplo da aplicação da membrana Trela, DELTA [48]**

**Tabela 44 Propriedades da membrana Trela, DELTA [48]**

<b>Material:</b> Polipropileno	<b>Dimensões:</b> 1,5 x 30 m (rolo de 17 kg)
<b>Massa por unidade de área:</b> 0,270 kg/m <sup>2</sup>	<b>Transmissão de vapor de água (sd):</b> 820 g/m <sup>2</sup> / 24h
<b>Estanque à água:</b> Estanque	<b>Laceração ao prego (Linear/Transverso):</b> Não disponível
<b>Resistência à tração (Linear/Transverso):</b> Não disponível	<b>Alongamento (Linear/Transverso):</b> Não disponível
<b>Resistência térmica:</b> -40 / +80 °C	<b>Classe de comportamento ao fogo:</b> B2
<b>Estanquicidade ao ar:</b> Não disponível	

#### FLORAXX, empresa DELTA [48]

O floraxx é feito a partir de 60% de polietileno de alta densidade reciclado e 40% de polietileno de alta densidade virgem.

O floraxx (Figura 46) tem a funcionalidade de camada de drenagem perfurado especificamente projetado para ser utilizado em coberturas ajardinadas. A placa tem



ondulações (sulcos) de 20 mm de altura, com a forma de octógonos. Estes octógonos servem para reter água sendo que a restante é drenada por furos que existem entre os mesmos.

É resistente a químicos, à penetração de raízes e não se deteriora quando em contacto com o solo. Não se deve expor aos raios ultra violeta por mais que 30 dias e deve ter uma vida útil de mais de 25 anos ambiente com pH entre 4-9 e temperaturas inferiores a 25 °C. E não é toxico nem poluente.

Na Tabela 45 são apresentadas algumas das propriedades do floraxx.



Figura 46 Exemplo e colocação do Floraxx, DELTA [48]

Tabela 45 Propriedades Floraxx, DELTA [48]

<b>Resistência à compressão:</b> 200 kN/m <sup>2</sup>	<b>Capacidade de retenção de água:</b> 7 l/m <sup>2</sup>
<b>Capacidade de drenagem entre os sulcos:</b> 71-161 l/min/m	<b>Taxa de drenagem através das perfurações:</b> 1,23 l/s. m <sup>2</sup>
<b>Volume de ar entre os sulcos:</b> 14 l/m <sup>2</sup>	<b>Temperatura de serviço:</b> -30/+80 °C

#### BIOTOP GEOTEXTILE, empresa DELTA [48]

O biotop geotextile (Figura 47) é um geotextil composto por polipropileno que tem como função filtrar. Este foi projetado para ser utilizado juntamente com outros sistemas do delta nomeadamente o delta floraxx que já foi descrito acima e o delta root barrier que será descrito de seguida, sendo que estes componentes são utilizados no sistema de coberturas ajardinadas delta. O biotop é uma barreira que fica entre o delta floraxx e o solo e tem que ter capacidade de drenagem suficiente para que o solo não fique saturado.

É resistente a químicos, à penetração de raízes e não se deteriora quando em contacto com o solo. Como no floraxx o biotop geotextile não se deve expor aos raios ultra violeta por mais que 30 dias e deve ter uma vida útil de mais de 25 anos ambiente com pH entre 4-9 e temperaturas inferiores a 25 °C. E não é toxico nem poluente. Na Tabela 46 são apresentadas as propriedades do biotop geotextile.

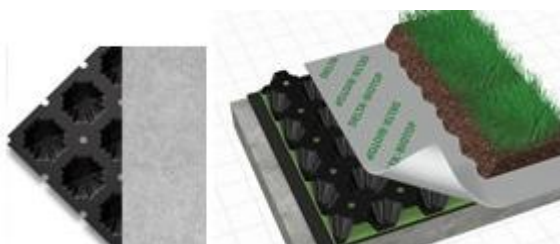


Figura 47 Exemplo e colocação do Biotop Geotextile, DELTA[48]

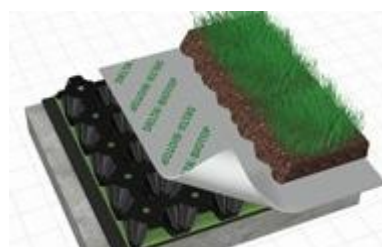
**Tabela 46 Propriedades do Biotop Geotextile, DELTA [48]**

<b>Resistência de aderência á tração:</b> 587 N	<b>Alongamento:</b> 60%
<b>Força de punçoamento:</b> 180 N	<b>Capacidade de drenagem de água:</b> 2,460 l/s/m <sup>2</sup>
<b>Toxicidade:</b> Não tóxico, não poluente	<b>Temperatura de serviço:</b> -30/+80 °C
<b>Peso:</b> 0,135 kg/m <sup>2</sup>	<b>Dimensões:</b> 1,57x91,44 m

#### ROOT BARRIER, empresa DELTA [48]

A root barrier (Figura 48) é composta por um tipo especial de polietileno. É durável e resistente. Vem em rolos grandes para minimizar sobreposições e maximizar a produção. A root barrier é ideal para proteger as membranas impermeabilizantes primárias numa aplicação de cobertura ajardinada. Ela permite a drenagem livre e é resistente a impactos.

Como para os dois produtos descritos anteriormente a root barrier não se deve expor aos raios ultra violeta por mais que 30 dias e deve ter uma vida útil de mais de 25 anos ambiente com pH entre 4-9 e temperaturas inferiores a 25 °C. E não é toxico nem poluente. Na Tabela 47 são expostas as algumas das suas propriedades.



**Figura 48 Exemplo da Root Barrier, DELTA [48]**

**Tabela 47 Propriedades Root Barrier, DELTA [48]**

<b>Peso:</b> 45,4 kg /rolo	<b>Dimensões:</b> 4,26m x 29, m x (> 380 µm)
	<b>Temperatura de serviço:</b> -30/+50 °C

#### DRAIN, empresa DELTA [48]

A membrana drain (Figura 49) é feita a partir de material virgem de poliuretano de alta densidade e de polietileno.

É versátil e pode ser aplicada em camadas finas de substrato, bem como em aplicações de coberturas ajardinadas, onde a drenagem eficaz é necessária.

O seu núcleo de alta densidade de drenagem de polietileno com um padrão especialmente concebido, proporciona elevada resistência à compressão e durabilidade, e uma excelente capacidade de drenagem o que faz com que seja adequado para praticamente qualquer aplicação horizontal.

À semelhança dos produtos acima descritos a membrana drain não se deve expor aos raios ultra violeta por mais que 30 dias e deve ter uma vida útil de mais de 25 anos ambiente com pH entre 4-9 e temperaturas inferiores a 25 °C. E não é tóxico nem poluente. Na Tabela 48 são apresentadas as propriedades da membrana Drain.



**Figura 49 Exemplo e aplicação Drain, DELTA [48]**

**Tabela 48 Propriedades Drain, DELTA [48]**

<b>Dimensões:</b> 1,83 x 20 (27,2 kg) 2,43 x 20 m (33,1 kg)	<b>Massa por metro quadrado:</b> 0,715 kg/m <sup>2</sup>
<b>Drenagem da água:</b> 17,4 l/min/m e	<b>Temperatura de serviço:</b> -30/+50 °C
<b>Resistência à compressão:</b> 250 kN/m <sup>2</sup>	<b>Resistência à penetração de água:</b> 815 kPa

#### ROOFMATE SI-A, ROOFMATE L G-X, ROOFMATE PT-A, empresa DOW [39]

As placas roofmate sl-a, roofmate lg-x e roofmate pt-a são feitas de espuma de poliestireno extrudido (XPS).

As placas de isolamento térmico roofmate pt-a (Figura 52) servem para ser utilizadas em coberturas inclinadas, enquanto as placas de isolamento roofmate sl-a (Figura 50) e roofmate lg-x (Figura 51) são para serem utilizadas em coberturas planas invertidas.

O roofmate sl-a tem um corte perimetral do tipo meia-madeira, roofmate lg-x tem um corte perimetral do tipo macho-fêmea e roofmate pt-a tem um corte perimetral do tipo meia-madeira.

As placas apresentam uma grande resistência à compressão de modo a resistir a todas as solicitações de carga a que uma cobertura se encontra sujeita, além disso são insensíveis e à água e humidade, o que lhes permite estarem expostas à água da chuva e a todo o tipo de condições climáticas adversas.

Na fixação ao suporte poderão ser utilizados parafusos auto-perfurantes.

As propriedades são apresentadas nas tabelas seguintes nomeadamente, roofmate pt-a (Tabela 51), roofmate sl-a (Tabela 49) e roofmate lg-x (Tabela 50).

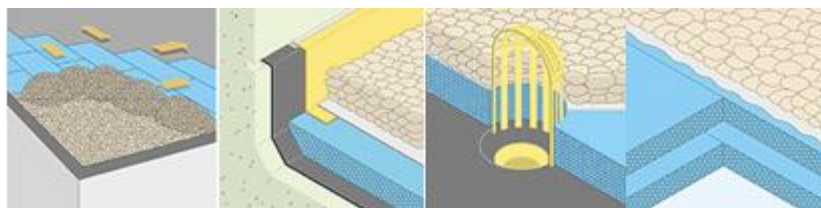


Figura 50 Exemplo de aplicação do Roofmate SL-A, Dow [39]

Tabela 49 Propriedades Roofmate SL-A [39]

<b>Dimensões:</b> 1250x 600x (30-100) mm	<b>Densidade mínima:</b> 35 kg/m <sup>3</sup>
<b>Condutibilidade térmica (<math>\lambda</math>):</b> 0,035 W/m.K	<b>Resistência mínima à compressão:</b> 300 kPa
<b>Resistência à compressão para fluência máxima de 2%:</b> 130 kPa	<b>Absorção de água por imersão:</b> <0,7 % vol.
<b>Absorção de água por difusão:</b> <3,0 % vol.	<b>Absorção de água por ciclos gelo/ degelo:</b> <1,0 % vol.
<b>Fator de resistência difusão do vapor de água (<math>\mu</math>):</b> 100-200	<b>Capilaridade:</b> Nula
<b>Coefficiente de dilatação linear:</b> 0,07 mm/m	<b>Temperatura de serviço:</b> -50/+75 °C
<b>Classe de comportamento ao fogo:</b> E	<b>Resistência à tração paralela às faces:</b> Não disponível
<b>Comportamento acústico:</b> Não disponível	

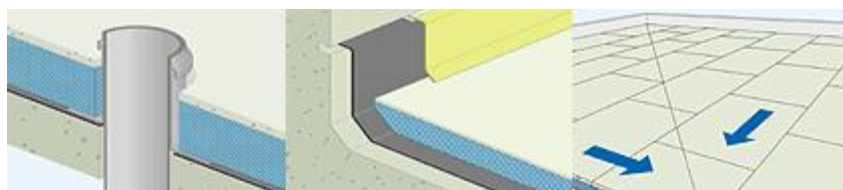


Figura 51 Exemplos de aplicação Roofmate LG-X, Dow [39]

Tabela 50 Propriedades Roofmate LG-X, Dow [39]

<b>Dimensões:</b> 1200x 600x ( 50+10) mm	<b>Densidade mínima:</b> 32 kg/m <sup>3</sup>
<b>Condutibilidade térmica (<math>\lambda</math>):</b> 0,029 W/m.K	<b>Resistência mínima à compressão:</b> 300 kPa
<b>Resistência à compressão para fluência máxima de 2%:</b> 130 kPa	<b>Absorção de água por imersão:</b> <0,7 % vol.
<b>Absorção de água por difusão:</b> <3,0 % vol.	<b>Absorção de água por ciclos gelo/ degelo:</b> <1,0 % vol.
<b>Fator de resistência difusão do vapor de água (<math>\mu</math>):</b> 100-200	<b>Capilaridade:</b> Nula
<b>Coefficiente de dilatação linear:</b> 0,07 mm/m	<b>Temperatura de serviço:</b> -50/+75 °C
<b>Classe de comportamento ao fogo:</b> E	<b>Resistência à tração paralela às faces:</b> Não disponível
<b>Comportamento acústico:</b> Não disponível	

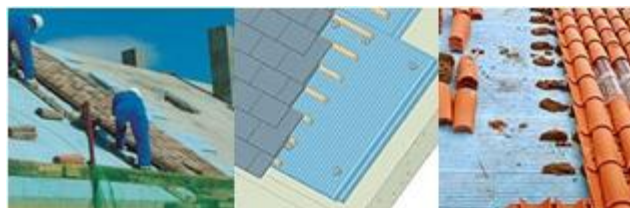


Figura 52 Exemplo de aplicação Roofmate PT-A, Dow [39]

Tabela 51 Propriedades do Roofmate PT-A, Dow [39]

<b>Dimensões:</b> 2000x 600x (35-80) mm	<b>Densidade mínima:</b> 35 kg/m <sup>3</sup>
<b>Condutibilidade térmica (<math>\lambda</math>):</b> 0,035 W/m.K	<b>Resistência mínima à compressão:</b> 300 kPa
<b>Resistência à compressão para fluência máxima de 2%:</b> 130 kPa	<b>Absorção de água por imersão:</b> <0,7 % vol.
<b>Absorção de água por difusão:</b> <3,0 % vol.	<b>Absorção de água por ciclos gelo/ degelo:</b> < 1,0 % vol.
<b>Fator de resistência difusão do vapor de água (<math>\mu</math>):</b> 100-200	<b>Capilaridade:</b> Nula
<b>Coefficiente de dilatação linear:</b> 0,07 mm/m	<b>Temperatura de serviço:</b> -50/+75 °C
<b>Classe de comportamento ao fogo:</b> E	<b>Resistência à tração paralela às faces:</b> Não disponível
<b>Comportamento acústico:</b> Não disponível	

#### FLEX, UNIVERSAL, THERM empresa STEICO [40]

As soluções de isolamento flex ,universal e therm já foram descritas em 3.1.3.

#### G70,G90, empresa TERMOLAN [41]

As placas pn g70 e g90 (Figura 53) são semirrígidas e são constituídas por fibras de lã de rocha aglutinadas com resina sintética, termo endurecida sem revestimento.

Estas placas são especialmente concebidos e fabricados em dimensões apropriadas para acoplar a placas de gesso cartonado. Na Tabela 52 são apresentas as propriedades das placas.

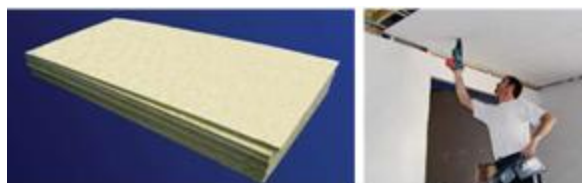


Figura 53 Exemplo e aplicação das placas G70 e G90, Termolan [41]

**Tabela 52 Propriedades G70 e G90, Termolan [41]**

<b>Dimensões:</b> (2500-2600) x 1200 x (30-50) mm	<b>Densidade mínima:</b> G 70: 70 kg/m <sup>3</sup> G 90: 90 kg/m <sup>3</sup>
<b>Condutibilidade térmica (<math>\lambda</math>):</b> 0,034 W/m.K	<b>Resistência mínima á compressão:</b> Não disponível
<b>Resistência à compressão para fluência máxima de 2%:</b> Não disponível	<b>Absorção de água por imersão:</b> Não disponível
<b>Absorção de água por difusão:</b> $\leq 1,00$ kg/m <sup>2</sup>	<b>Absorção de água por ciclos gelo/ degelo:</b> Não disponível
<b>Fator de resistência difusão do vapor de água (<math>\mu</math>):</b> 1,3	<b>Capilaridade:</b> Não disponível
<b>Coefficiente de dilatação linear:</b> Não disponível	<b>Temperatura de serviço:</b> Não disponível
<b>Classe de comportamento ao fogo:</b> A1	<b>Resistência à tração paralela às faces:</b> G 70: 42 kPa G 90: 60 kPa
<b>Comportamento acústico:</b> $\alpha_w = 1,00$ Classe A	

#### ISOLE +, empresa TERMOLAN [41]

As placas isole + (Figura 54) são semirrígidas constituídas e formadas por fibras de lã de rocha aglutinadas com resina sintética termo endurecida não sendo revestidas. Na Tabela 53 são apresentadas as propriedades da placa isole +.



**Figura 54 Exemplo da placa e aplicação Isole +, Termolan [41]**

**Tabela 53 Propriedades Isole +, Termolan [41]**

<b>Dimensões:</b> 1350 x 600 x (40-100) mm	<b>Densidade mínima:</b> Não disponível
<b>Condutibilidade térmica (<math>\lambda</math>):</b> 0,036 W/m.K	<b>Resistência mínima á compressão:</b> Não disponível
<b>Resistência à compressão para fluência máxima de 2%:</b> Não disponível	<b>Absorção de água por imersão:</b> Não disponível
<b>Absorção de água por difusão:</b> $\leq 1,00$ Kg/m <sup>2</sup>	<b>Absorção de água por ciclos gelo/ degelo:</b> Não disponível
<b>Fator de resistência difusão do vapor de água (<math>\mu</math>):</b> 1,3	<b>Capilaridade:</b> Não disponível
<b>Coefficiente de dilatação linear:</b> Não disponível	<b>Temperatura de serviço:</b> Não disponível
<b>Classe de comportamento ao fogo:</b> A1	<b>Resistência à tração paralela às faces:</b> 25 kPa
<b>Comportamento acústico:</b> $\alpha_w = 0,95$ (MH) Classe A	



### 3.2.4 Revestimentos Interiores

#### DELTA COOL, empresa DELTA [48]

O sistema delta cool é composto por materiais de mudança de fase (PCM).

Utilizar PCM para o armazenamento de calor latente é extremamente económico, como por exemplo o custo para sistemas de ar condicionado (custo de instalação e de funcionamento) pode ser significativamente reduzido. A vida útil de PCM (mais de 25 anos), sem qualquer perda de eficiência vai durar mais que os sistemas de condicionamento de ar tradicionais e também é totalmente livre de manutenção. Pode ser instalado em qualquer lugar e integrado nas estruturas existentes, tais como tetos falsos.

Na Figura 55 pode observar-se a facilidade de montagem deste sistema e na Tabela 54 as suas propriedades.



Figura 55 Exemplo e aplicação Delta Cool, DELTA [48]

Tabela 54 Propriedades Delta Cool, DELTA [48]

<b>Dimensões:</b> 610 x 610 x 17 mm	<b>Massa por unidade de área:</b> 11 kg/m <sup>2</sup>
<b>Temperatura de fusão (PMC):</b> 22-28 °C	<b>Temperatura de cristalização (PMC):</b> 22 °C
<b>Composto (PMC):</b> Sal hidratado	<b>Condutibilidade térmica (<math>\lambda</math>):</b> Sólido: 1,12 W/m.K Líquido: 0,56 W/m.K
<b>Temperatura máxima:</b> 60 °C	

#### MAG TEK, empresa TERMO PAN [49]

A solução mag tek (Figura 56) é um revestimento final com a textura em linhas regulares paralelas.

Esta solução traz algumas vantagens como a resistência, durabilidade, antifogo, anti insetos, não incha e não requer nenhum produto de acabamento adicional. Pode ser utilizado nas áreas com maior humidade, como cozinhas, instalações sanitárias e lavandarias. As dimensões desta solução são as seguintes: comprimento 2400 mm, largura 200 ou 250 mm e 10 a 12 mm de espessura.



**Figura 56 Exemplo e aplicação Mag Tek, Termo Pan [49]**

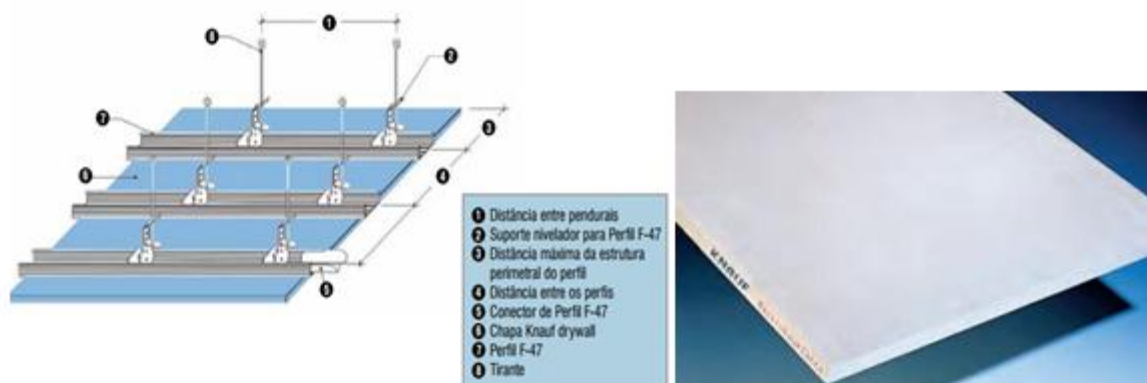
#### STANDARD, HIDRÓFUGA, empresa GYPTEC IBÉRICA [43]

As placas standard e hidrófuga já foram descritas em 3.1.4.

#### D112 UNIDIRECIONAL, empresa KNAUF [50]

A solução de revestimento d112 unidirecional utiliza uma estrutura metálica na qual são aparafusadas uma ou mais chapas (Figura 57). A estrutura é fixada na laje superior e nas paredes laterais por meio de guias, perfis, tirantes e suportes niveladores. Este teto é especialmente indicado para áreas que necessitem de um acabamento liso e uniforme.

As placas standard (st) de gesso cartonado são indicadas para uso geral, sendo utilizadas em tectos e em revestimento de áreas secas e não deve ter contacto com os seguintes compostos: oxidantes fortes; ácidos fortes; diazometano; sais de amônia e fluor. Na Tabela 55 e na Tabela 56 são apresentadas as propriedades da estrutura metálica de suporte bem como da placa standard respetivamente.



**Figura 57 Pormenor da solução D112 Unidirecional, Knauf [50]**

**Tabela 55 Propriedades da estrutura metálica solução D112 Unidirecional, Knauf [50]**

<b>Dimensões:</b> 500x 400x (12,5-15) mm	<b>Distância entre fixações:</b> 750-1000 mm
<b>Peso do teto:</b> Para 12,5 mm de espessura: <0,15 kN/m <sup>2</sup> ; Para 15 mm de espessura: 0,15- 0,30 kN/m <sup>2</sup> ; Para 2 x 12,5 mm de espessura: 0,30 - 0,50 kN/m <sup>2</sup>	



**Tabela 56 Propriedades da placa da solução D112 Unidirecional, Knauf [50]**

<b>Dimensões:</b> (1800-3600) x (600-1200) x (9,5 e 15) mm	<b>Densidade:</b> 685-934 kg/m <sup>3</sup>
<b>Resistência à flexão:</b> 0,400-0,650 kN Longitudinal 0,160-0,250 kN Transversal	<b>Classe de comportamento ao fogo:</b> A
<b>Resistência à difusão de vapor de água (μ):</b> Não disponível	<b>Coefficiente de condutibilidade térmica (λ):</b> 0,186 W/m.K*
<b>Comportamento acústico:</b> Não disponível	<b>Coefficiente de dilatação linear:</b> Não disponível

\*Valor calculado a partir da brochura

### FONOWOOD, STEEL LIS SPA, empresa BUTECH [51]

A solução fonowood (Figura 58), de tetos falsos modulares de placas acústicas desmontáveis e auto portantes de placas de MDF (painéis de media densidade), são revestidas de lâmina de melanina ignífuga com diferentes acabamentos de imitação de madeira.

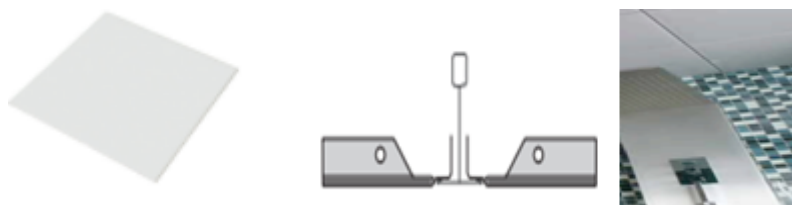
Quanto à solução steel lis spa (Figura 58), de tetos falsos modulares de placas desmontáveis e auto portantes estas são feitas em lâmina de aço galvanizado de 0,50 mm de espessura ou lâmina de liga de alumínio de 0,60 mm. O sistema de teto falso é especialmente concebido para suportar ambientes com alta humidade, como as instalações sanitárias. Na Tabela 57 e na Tabela 58 são expostas algumas das propriedades das soluções apresentadas.



**Figura 58 Pormenor e exemplo da solução Fonowood, Butech [51]**

**Tabela 57 Propriedades da solução Fonowood, Butech [51]**

<b>Dimensões:</b> 600 x 600 mm; 1200 x 600 mm; 1200 x 300 mm	<b>Massa por unidade de área:</b> 9,9 kg/m <sup>2</sup>
<b>Resistência à flexão:</b> Não disponível	<b>Classe de comportamento ao fogo:</b> B-s2, d0
<b>Resistência à difusão de vapor de água (μ):</b> Não disponível	<b>Coefficiente de condutibilidade térmica (λ):</b> Não disponível
<b>Comportamento acústico:</b> $\alpha_w = 0,55$ (M)	<b>Coefficiente de dilatação linear:</b> 15%



**Figura 59 Pormenor e exemplo da solução Steel Lis Spa, Butech [51]**

**Tabela 58 Propriedades da solução Steel Lis Spa, Butech [51]**

<b>Dimensões:</b> 600 x 600 mm	<b>Massa por unidade de área:</b> Não disponível
<b>Resistência à flexão:</b> Não disponível	<b>Classe de comportamento ao fogo:</b> A2-s2, d0
<b>Resistência à difusão de vapor de água (<math>\mu</math>):</b> Não disponível	<b>Coefficiente de condutibilidade térmica (<math>\lambda</math>):</b> Não disponível
<b>Comportamento acústico:</b> Não disponível	<b>Coefficiente de dilatação linear:</b> Não disponível

### 3.3 Pavimentos

Este subcapítulo vai ser organizado nas seguintes categorias:

- Painéis resistentes
- Isolamentos e impermeabilizações
- Revestimentos interiores

Em de cada ponto será descrito brevemente cada produto em função das exigências que cumpre, sendo associado às suas características físicas e classes atribuídas pelos diferentes fabricantes, sempre que possível.

#### 3.3.1 Painéis de resistentes

KRONOPOLY KOMPAKTHOLZ T+G, empresa KRONO [37]

Os painéis kronoply kompaktholz t+g (Figura 60) são feitos a partir de tiras de pinho.

Estes painéis podem ser facilmente trabalhadas com ferramentas comuns, comercialmente disponíveis, tais como serras elétricas portáteis, resumindo podem ser tratadas de forma igual como a madeira sólida. Na Tabela 59 são apresentadas as propriedades do painel.



**Figura 60 Exemplo e aplicação do painel kronoply kompaktholz T+G, Krono [37]**

**Tabela 59 Propriedades do painel kronoply kompaktholz T+G, Krono [37]**

<b>Dimensões:</b> 2050 x 675x (10-25) (mm)	<b>Densidade:</b> 600 Kg/m <sup>3</sup>
<b>Resistência à difusão de vapor de água (μ):</b> 200 (húmido) / 300 (seco)	<b>Aumento ou diminuição de tamanho com a variação da humidade:</b> 0,03 %
<b>Coefficiente de condutibilidade térmica (λ):</b> 0,13 W/mK	<b>Classe de comportamento ao fogo:</b> D-s2,d0
<b>Módulo de elasticidade:</b> 4,93 GPa (eixo maior) 1,98 GPa (eixo menor)	<b>Resistência à tração (f<sub>v,k</sub>):</b> 1,0 MPa (eixo maior) 1,0 MPa (eixo menor)
<b>Resistência à compressão perpendicular à face (f<sub>c,90,k</sub>):</b> 10,0 MPa (eixo maior), para 10 mm 10,0 MPa (eixo maior), para 22 mm 10,0 MPa (eixo menor), para 10 mm 10,0 MPa (eixo menor), para 22 mm	<b>Resistência à flexão (f<sub>m,k</sub>):</b> 18,0 MPa (eixo maior), para 10 mm 14,8 MPa (eixo maior), para 22 mm 9,0 MPa (eixo menor), para 10 mm 7,4 MPa (eixo menor), para 22 mm
<b>Índice de isolamento acústico a sons aéreos (R<sub>w</sub>):</b> Não disponível	

### 3.3.2 Isolamentos e impermeabilizações

#### KRONOTHERM SOUND, empresa KRONO [37]

A placa kronotherm sound (Figura 61) tem características isolantes aos sons de precursor, possui ainda uma força de compressão elevada assim como uma boa capacidade elástica. Na Tabela 60 são expostas mais propriedades.



**Figura 61 Exemplo Kronotherm Sound, Krono [37]**

**Tabela 60 Propriedades Kronotherm Sound, Krono [37]**

<b>Dimensões:</b> 800 x 647 x 5 mm	<b>Densidade:</b> 135 kg/m <sup>3</sup>
<b>Capilaridade:</b> Não disponível	<b>Resistência à difusão de vapor de água (μ):</b> ≤5
<b>Coefficiente de condutibilidade térmica:</b> 0,07 W/m.K	<b>Classe de comportamento ao fogo:</b> E/E <sub>fl</sub>
<b>Resistência à compressão:</b> Não disponível	<b>Resistência à tração:</b> Não disponível
<b>Capacidade de calor específico (c):</b> Não disponível	<b>Temperatura de serviço:</b> Não disponível
<b>Comportamento acústico:</b> Redução dos sons de precursor Δ L <sub>w</sub> = 21 db	<b>Transmissão de vapor de água (sd):</b> Não disponível
<b>Coefficiente de dilatação linear:</b> Não disponível	

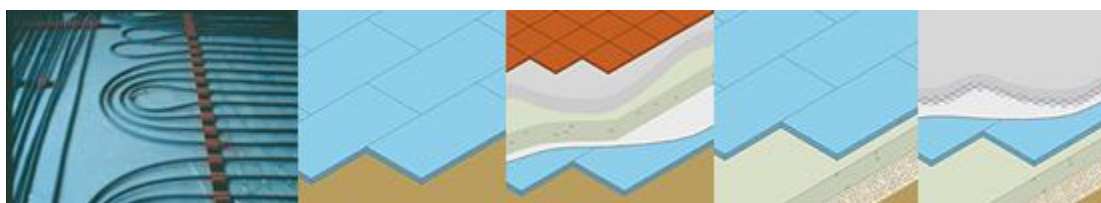
FLOORMATE 200-A, empresa DOW [39]

A placa de isolamento térmico floormate 200-A (Figura 62) é feita a partir de espuma de poliestireno extrudido (XPS).

É de fácil colocação bastando apenas colocar lado a lado as placas no suporte e o corte perimetral é liso.

Alem disso possui características de insensibilidade à humidade e à água, o que permite o contacto direto da placa com o terreno.

Tem ainda uma grande resistência à difusão do vapor de água, e por essa razão não necessita de uma barreira pára-vapor na maior parte dos casos, pois são anulados os riscos de condensação. Mais algumas propriedades são apresentadas na Tabela 61.



**Figura 62 Exemplos de aplicação Floormate 200-A, Dow [39]**

**Tabela 61 Propriedades Floormate 200-A, Dow [39]**

<b>Dimensões:</b> 1200 x 600 x (30-60) mm	<b>Densidade:</b> 30 kg/m <sup>3</sup>
<b>Capilaridade:</b> Nula	<b>Resistência à difusão de vapor de água (μ):</b> 80-180
<b>Coefficiente de condutibilidade térmica:</b> 0,07 W/m.K	<b>Classe de comportamento ao fogo:</b> E
<b>Resistência à compressão:</b> 200 kPa, valor mínimo 60 kPa, para fluência máxima de 2%	<b>Resistência à tração:</b> Não disponível
<b>Capacidade de calor específico (c):</b> Não disponível	<b>Temperatura de serviço:</b> -50/+75 °C
<b>Comportamento acústico:</b> Não disponível	<b>Transmissão de vapor de água (sd):</b> Não disponível
<b>Coefficiente de dilatação linear:</b> 0,07 mm/m	

UNDERFLOOR, empresa STEICO [40]

A solução de isolamento underfloor da steico (Figura 63) é um material composto a partir de fibras de madeira, sulfato de alumínio, parafina e pigmentos.

A sua aplicação é simples sendo apenas necessário colocar a placa no suporte desde que esteja nivelado.

Algumas das vantagens da utilização da solução underfloor são as seguintes: melhora o comportamento acústico, é isolante aos sons de percussão e é resistente a químicos solventes. Mais propriedades são apresentadas na Tabela 62.

O underfloor é produzido a partir de recursos sustentáveis e renováveis.



Figura 63 Exemplo do isolamento Underfloor, Steico [40]

Tabela 62 Propriedades do isolamento Underfloor, Steico [40]

<b>Dimensões:</b> (590-790) x (395-590) x (3,6-7,0) mm	<b>Densidade:</b> 250 kg/m <sup>3</sup>
<b>Capilaridade:</b> Não disponível	<b>Resistência à difusão de vapor de água (μ):</b> 5
<b>Coefficiente de condutibilidade térmica:</b> 0,070 W/m.K	<b>Classe de comportamento ao fogo:</b> E
<b>Resistência à compressão:</b> Não disponível	<b>Resistência à tração:</b> Não disponível
<b>Capacidade de calor específico (c):</b> 2100 J/kg.K	<b>Temperatura de serviço:</b> Não disponível
<b>Comportamento acústico:</b> Redução dos sons de precursão Δ Lw até 19 dB	<b>Transmissão de vapor de água (sd):</b> Não disponível
<b>Coefficiente de dilatação linear:</b> Não disponível	

LF 90, LF 100, empresa TERMOLAN [41]

Os painéis rígidos lf 90 e lf 100 são constituídos de fibras de lã de rocha aglutinadas com resina sintética termo-endurecida, sem revestimento.

Na Figura 64 pode ser vista uma aplicação dos painéis lf 90 e lf 100 e na Tabela 63 e Tabela 64 são apresentadas as suas propriedades respetivamente.

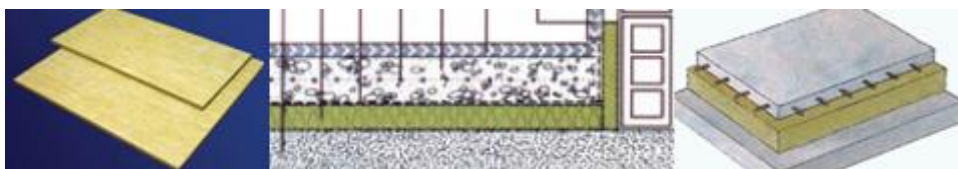


Figura 64 Exemplo e aplicação dos painéis LF 90 e LF 100, Termolan [41]

Tabela 63 Propriedades do painel LF 90, Termolan [41]

<b>Dimensões:</b> 1200 x 600 x (20-50)mm	<b>Densidade:</b> 90 kg/m <sup>3</sup>
<b>Capilaridade:</b> Não disponível	<b>Resistência à difusão de vapor de água (μ):</b> 1,3
<b>Coefficiente de condutibilidade térmica:</b> 0,034 W/m.K	<b>Classe de comportamento ao fogo:</b> A1
<b>Resistência à compressão:</b> Não disponível	<b>Resistência à tração:</b> 90-110 kPa
<b>Capacidade de calor específico (c):</b> Não disponível	<b>Temperatura de serviço:</b> Não disponível
<b>Comportamento acústico:</b> $\alpha_w = 1,00$ Classe A	<b>Transmissão de vapor de água (sd):</b> Não disponível
<b>Coefficiente de dilatação linear:</b> Não disponível	

**Tabela 64 Propriedades do painel LF100, Termolan [41]**

<b>Dimensões:</b> 1200 x 1000 x (20-50)mm	<b>Densidade:</b> 100 kg/m <sup>3</sup>
<b>Capilaridade:</b> Não disponível	<b>Resistência à difusão de vapor de água (<math>\mu</math>):</b> 1,3
<b>Coefficiente de condutibilidade térmica:</b> 0,034 W/m.K	<b>Classe de comportamento ao fogo:</b> A1
<b>Resistência à compressão:</b> Não disponível	<b>Resistência à tração:</b> 90-110 kPa
<b>Capacidade de calor específico (c):</b> Não disponível	<b>Temperatura de serviço:</b> Não disponível
<b>Comportamento acústico:</b> $\alpha_w = 0,85$ (MH) Classe B	<b>Transmissão de vapor de água (sd):</b> Não disponível
<b>Coefficiente de dilatação linear:</b> Não disponível	

### 3.3.3 Revestimentos interiores

#### MARMOLEUM ACUSTIC, empresa FORBO [52]

O revestimento marmoleum acustic (Figura 65) tem uma dupla camada de linóleo sendo constituída por uma camada superior 2 mm marmoleum e uma camada inferior de aglomerado de cortiça de 2 mm. Este revestimento consegue uma redução do ruído de precursor de 14 dB. O marmoleum acustic por vir em rolos pode ser instalado de uma só vez e sua a ligação é feita com o suporte através de um material com características adesivas.

De referir ainda que o linóleo é um produto natural derivado de matérias-primas renováveis.

Mais algumas características deste revestimento são apresentadas na Tabela 65.



**Figura 65 Exemplo de acabamento Marmoleum Acustic, Forbo [52]**

**Tabela 65 Propriedades Marmoleum Acustic, Forbo [52]**

<b>Dimensões:</b> Comprimento: $\leq 32$ m; Largura: 2 m; Espessura: 4 mm	<b>Massa por unidade de área:</b> Não disponível
<b>Classe de comportamento ao fogo:</b> C <sub>fl</sub> -s1	<b>Coefficiente de condutibilidade térmica (<math>\lambda</math>):</b> 0,17 W/m.K
<b>Comportamento acústico:</b> Redução aos sons de precursor $\Delta L_w$ : 14 dB	<b>Resistência ao deslizamento:</b> $R \geq 0,30$
<b>Resistência à marca do cigarro:</b> As marcas deixadas no linóleo podem ser removidas	<b>Comportamento elétrico:</b> Condutibilidade: $< 2$ kV; Resistência: Não disponível
<b>Resistência aos químicos:</b> Ácidos diluídos, óleos, gorduras solventes convencionais, não resiste à exposição prolongada a alcalinos	<b>Classe de utilização:</b> 23, 33, 41

### FLOTEX TILES, empresa FORBO [52]

O revestimento flotex tiles (Figura 66) é feito a partir de fibras de nylon.

Para proceder à sua instalação o chão onde o revestimento assenta tem que estar nivelado e seco para a ligação entre o revestimento e o suporte sendo necessário a utilização de um material com características adesivas.

Este revestimento devido a um tratamento antimicrobiano, oferece uma proteção contra o desenvolvimento de ácaros e bactérias.

A sua manutenção é a normal neste tipo de revestimento, ou seja aspirar e lavar com produtos apropriados para o revestimento. Mais algumas propriedades do flotex são apresentadas na Tabela 66



**Figura 66 Pormenor e exemplo de acabamento Flotex Tiles, Forbo [52]**

**Tabela 66 Propriedades Flotex Tiles, Forbo [52]**

<b>Dimensões:</b> 500 x 500 x 5,3 mm	<b>Massa por unidade de área:</b> 4,5 kg/m <sup>2</sup>
<b>Classe de comportamento ao fogo:</b> B <sub>fl</sub> -s1	<b>Coefficiente de condutibilidade térmica (λ):</b> 0,11 * W/m.K
<b>Comportamento acústico:</b> Redução aos sons de precursão Δ Lw: 14 dB	<b>Resistência ao deslizamento:</b> R ≥ 0,7 (seco e húmido)
<b>Resistência à marca do cigarro:</b> Não disponível	<b>Comportamento elétrico:</b> Condutibilidade: <2 kV; Resistência: > 10 <sup>9</sup> Ω
<b>Resistência aos químicos:</b> Não disponível	<b>Classe de utilização:</b> 33

\*valor calculado com base n brochura

### TESSERA INLINE, empresa FORBO [52]

A solução de revestimento tessera inline (Figura 67) é um pavimento modular que permite fácil acesso a instalações que estejam embutidas em sistemas de piso elevado.

Para a sua instalação o chão onde o revestimento assenta tem que estar nivelado e seco para a ligação entre o revestimento e o suporte sendo necessário a utilização de um material com características adesivas.

A sua manutenção é a normal neste tipo de revestimento, ou seja aspirar e lavar com produtos apropriados para o revestimento.

Na Tabela 67 são apresentadas algumas das propriedades da solução de revestimento tessera inline.



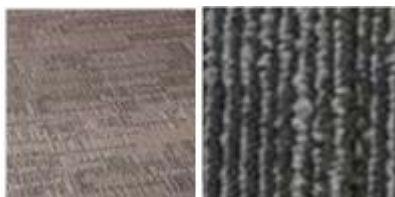


Figura 67 Exemplo de acabamento Tessera Inline, Forbo [52]

Tabela 67 Propriedades Tessera Inline, Forbo [52]

<b>Dimensões:</b> 500 x 500 x 7,5 mm	<b>Massa por unidade de área:</b> Não disponível
<b>Classe de comportamento ao fogo:</b> B <sub>fl</sub> -s1	<b>Coefficiente de condutibilidade térmica (<math>\lambda</math>):</b> 0,11 W/m <sup>2</sup> .K*
<b>Comportamento acústico:</b> Redução aos sons de precursor $\Delta L_w$ : 25 dB	<b>Resistência ao deslizamento:</b> $R \geq 0,7$ (seco e húmido)
<b>Resistência à marca do cigarro:</b> Não disponível	<b>Comportamento elétrico:</b> Condutibilidade: <2 kV; Resistência: > 10 <sup>9</sup> $\Omega$
<b>Resistência aos químicos:</b> Não disponível	<b>Classe de utilização:</b> 33

\*Valor calculado, sem considerar o R si e R se.

### MARMOLEUM CLICK, empresa FORBO [52]

O revestimento marmoleum click é composto por uma camada superior de marmoleum uma cama intermédia de madeira de alta densidade e uma camada inferior de cortiça (Figura 68).

Este pode ser instalado sobre qualquer tipo de superfície, sendo que a única preparação extra, quando necessária, é que o suporte tenha uma superfície lisa e plana.

Para proceder à instalação deste revestimento, visto ele vem incorporado com um sistema de bloqueio simples basta encaixar-se os painéis no lugar.

Pode ser utilizado em cozinhas, sala de estar salas, corredores, quartos.

Esta solução de revestimento é bastante durável e extremamente simples de cuidar. A superfície lisa é fácil de limpar.

Na Tabela 68 são apresentadas algumas das características do marmoleum click.



Figura 68 Pormenor, exemplo de aplicação e acabamento Marmoleum Click, Forbo [52]



**Tabela 68 Propriedades Marmoleum Click, Forbo [52]**

<b>Dimensões:</b> 900 x 300 x 9,8 mm ou 300 x 300 x 9,9 mm	<b>Massa por unidade de área:</b> Não disponível
<b>Classe de comportamento ao fogo:</b> C <sub>fl</sub>	<b>Coefficiente de condutibilidade térmica (<math>\lambda</math>):</b> 0,065 W/m <sup>2</sup> .K*
<b>Comportamento acústico:</b> Não disponível	<b>Resistência ao deslizamento:</b> R $\geq$ 0,30
<b>Resistência à marca do cigarro:</b> As marcas podem ser removidas	<b>Comportamento elétrico:</b> Condutibilidade: <2 kV; Resistência: Não disponível
<b>Resistência aos químicos:</b> Ácidos diluídos, óleos, gorduras solventes convencionais, não resiste à exposição prolongada a alcalinos	<b>Classe de utilização:</b> 23, 33

\*Valor calculado, sem considerar o R si e R se.

#### Svinyl, empresa SWOOD [53]

A solução de revestimento Svinyl (Figura 69) é um pavimento flutuante em vinil com aparência de madeira.

É totalmente resistente à água e, por isso, adequado para instalação em ambientes húmidos, como cozinhas, casas de banho. O pavimento é instalado diretamente sobre o suporte e tem o sistema de encaixe clic.

Na Tabela 69 são apresentadas algumas das características.



**Figura 69 Exemplo de acabamento Svinyl, swood [53]**

**Tabela 69 Propriedades Svinyl, swood [53]**

<b>Dimensões:</b> 1200 x 190 x 5 mm	<b>Massa por unidade de área:</b> Não disponível
<b>Classe de comportamento ao fogo:</b> B <sub>fl</sub> -s1	<b>Coefficiente de condutibilidade térmica (<math>\lambda</math>):</b> Não disponível
<b>Comportamento acústico:</b> Redução aos sons de precursor $\Delta$ Lw: 5 dB	<b>Resistência ao deslizamento:</b> Não disponível
<b>Resistência à marca do cigarro:</b> Não disponível	<b>Comportamento elétrico:</b> Não disponível
<b>Resistência aos químicos:</b> Boa capacidade resistente	<b>Classe de utilização:</b> 23, 33

#### FENO PAN, empresa TERMOPAN [49]

O feno pan é um sistema de pavimento elevado (Figura 70), o que proporciona a criação de espaços, que podem ser aproveitados para passar cabos elétricos, de comunicações, de dados, de ventilação e de aquecimento.

Esta solução traz algumas vantagens como: ser resistente e duradouro; pode ter acabamentos variados; tem uma ótima resistência térmica e acústica e uma grande rapidez de instalação. As dimensões correntes desta solução são as seguintes: espessura 10 a 12 mm; largura 400 a 600 mm e comprimento de 400 a 600 mm.



Figura 70 Exemplo da solução Feno Pan, Termo Pan [49]

#### CORKCOMFORT, empresa WICANDERS [54]

A solução de revestimento de pavimento corkcomfort (Figura 71) é um pavimento com base em cortiça.

A sua instalação deve ser realizada sob um suporte que esteja seco e nivelado e seu sistema de encaixe para piso flutuante pode ser observado na Figura 71.

Na Tabela 70 são apresentadas algumas das propriedades do corkcomfort.



Figura 71 Exemplo de acabamento Corkcomfort, Wicanders [54]

**Tabela 70 Propriedades Corkcomfort, Wicanders [54]**

<b>Dimensões:</b> 1220 x 140 x 10,5 mm; 905 x 295 x 10,5 mm; 605 x 445 x 10,5 mm	<b>Massa por unidade de área:</b> 9,90 kg/m <sup>2</sup>
<b>Classe de comportamento ao fogo:</b> B <sub>n</sub> -s1	<b>Coefficiente de condutibilidade térmica (λ):</b> 0,07 W/m <sup>2</sup> .K
<b>Comportamento acústico:</b> Redução aos sons de precursão Δ Lw: 14 dB	<b>Resistência ao deslizamento:</b> R 9
<b>Resistência à marca do cigarro:</b> Não disponível	<b>Comportamento elétrico:</b> Condutibilidade: não estático; Resistência: Não disponível
<b>Resistência aos químicos:</b> Não disponível	<b>Classe de utilização:</b> 23, 33, 42

\*Valor calculado, sem considerar o R si e R se.

#### ARTCOMFORT, empresa WICANDERS [54]

O artcomfort (Figura 72) combina o relevo natural da superfície da cortiça com tecnologia de imagem ótica que ilustra realismo na reprodução da natureza.

A sua instalação deve ser realizada sob um suporte que esteja seco e nivelado, o sistema de encaixe para piso flutuante pode ser observado na Figura 72.

Na Tabela 71 são apresentadas algumas propriedades.



Figura 72 Exemplo de acabamento Artcomfort, Wicanders [54]

Tabela 71 Propriedades Artcomfort, Wicanders [54]

<b>Dimensões:</b> Não disponível	<b>Massa por unidade de área:</b> 8,70 kg/m <sup>2</sup>
<b>Classe de comportamento ao fogo:</b> B <sub>fl</sub> -s1	<b>Coefficiente de condutibilidade térmica (λ):</b> Não disponível, resistência térmica (R): ≤0,150 m <sup>2</sup> .K/W
<b>Comportamento acústico:</b> Redução aos sons de precursão Δ Lw: 18 dB	<b>Resistência ao deslizamento:</b> Não disponível
<b>Resistência à marca do cigarro:</b> Não disponível	<b>Comportamento elétrico:</b> Condutibilidade: não estático; Resistência: Não disponível
<b>Resistência aos químicos:</b> Não disponível	<b>Classe de utilização:</b> 23, 33

### WOODCOMFORT, empresa WICANDERS [54]

A solução de revestimento de pavimento woodcomfort (Figura 73) tem uma estrutura em multicamada.

A sua instalação deve ser realizada sob um suporte que esteja seco e nivelado, o sistema de encaixe para piso flutuante pode ser observado na Figura 73.

Este revestimento apresenta boas propriedades térmicas e acústicas devido a uma flexível camada de cortiça.

Algumas propriedades são apresentadas na Tabela 72.



Figura 73 Exemplo de acabamento Woodcomfort, Wicanders [54]

Tabela 72 Propriedades Woodcomfort, Wicanders [54]

<b>Dimensões:</b> 1220 x 140 x 12 mm	<b>Massa por unidade de área:</b> 9,5 kg/m <sup>2</sup>
<b>Classe de comportamento ao fogo:</b> B <sub>fl</sub> -s1	<b>Coefficiente de condutibilidade térmica (λ):</b> 0,12 W/m <sup>2</sup> .K*
<b>Comportamento acústico:</b> Redução aos sons de precursão Δ Lw: 14 dB	<b>Resistência ao deslizamento:</b> Não disponível
<b>Resistência à marca do cigarro:</b> Não disponível	<b>Comportamento elétrico:</b> Condutibilidade: não estático; Resistência: Não disponível
<b>Resistência aos químicos:</b> Não disponível	<b>Classe de utilização:</b> 23, 33

\*Valor calculado, sem considerar o R si e R se.

### PISO ELEVADO FHB 25, empresa KNAUF [50]

O piso elevado fhb 25 da knauf (Figura 74) apresenta uma elevada proteção contra o fogo, alta resistência mecânica à abrasão e isolamento dos sons de precursão transmitidos ao andar inferior. Este permite ainda a instalação de tampas de inspeção, e outras saídas em qualquer ponto do piso.

Apresenta também um nível uniforme graças à espessura calibrada dos painéis e ao sistema de encaixe macho-e fêmea e a sua instalação não exige qualquer tempo de secagem.

Na Tabela 73 são apresentadas algumas propriedades do sistema de piso elevado fhb 25.



**Figura 74 Exemplo do sistema de Piso Elevado FHB 25, Knauf [50]**

**Tabela 73 Propriedades do sistema de Piso Elevado FHb 25, Knauf [50]**

<b>Dimensões:</b> 1200 x 600 x 25 mm; 600 x 600 x 25 mm	<b>Massa por unidade de área:</b> 9,5 kg/m <sup>2</sup>
<b>Classe de comportamento ao fogo:</b> A1	<b>Coefficiente de condutibilidade térmica (<math>\lambda</math>):</b> 0,44 W/m.K
<b>Comportamento acústico:</b> Redução aos sons de precursão $\Delta L_w$ : 14 dB	<b>Resistência ao deslizamento:</b> Não disponível
<b>Resistência à marca do cigarro:</b> Não disponível	<b>Comportamento elétrico:</b> Não disponível
<b>Resistência aos químicos:</b> Não disponível	<b>Classe de utilização:</b> 23, 33
<b>Capacidade específica de calor (c):</b> $\geq 1000 \text{ J/kg.K}$	

## 3.4 Preços dos produtos

Neste subcapítulo são expostos os preços dos produtos descritos anteriormente.

Os preços aqui referidos foram obtidos junto das respetivas marcas ou, em alternativa, através dos distribuidores estando estes devidamente referenciados.

Como alguns dos produtos não são comercializados em Portugal, com a ajuda do programa CYPE utilizando o gerador de preços [55], o website orcamentos.eu [56], foram adotados preços de soluções similares, sempre que possível.

Alguns produtos simplesmente não foram possíveis de se obter um preço, devido à falta de resposta aos e-mails enviados onde foi requisitada essa informação.

As seguintes tabelas (Tabela 74, Tabela 75, Tabela 76), foram elaboradas por forma a mostrar a variação dos preços devido à espessura dos produtos.

As variáveis consideradas para a elaboração das tabelas são as seguintes;

- Espessura: sempre que foi possível obter informação sobre a variação do preço com a espessura foi apresentado;
- Preço: preço do produto em euros por metro quadrado;
- Preço do produto com a aplicação: preço por metro quadrado tendo em conta a combinação do preço mais o preço da aplicação obtido no Cype gerador de preços [55] ou orcamentos.eu[56] ou sendo feitas as modificações e ajustes necessários caso a caso;
- Código: número ou referência utilizada tanto no Cype gerador de preços [55] ou no site orcamentos.eu [56]
- Fonte: fonte utilizada tanto para obtenção do preço bem como do preço com instalação

Ao se utilizar o programa Cype gerador de preços [55], existem algumas condições base que podem fazer mudar os preços por essa razão foram estabelecidas um conjunto de condições que foram sempre as mesmas em todos os preços obtidos.

As condições utilizadas são as seguintes:

- Localização: Portugal, Aveiro
- Superfície total construída: 220 m<sup>2</sup>
- Superfície total do piso: 110 m<sup>2</sup>
- Número de pisos acima da rasante: 2
- Topografia: desníveis mínimos
- Acessibilidade: Boa
- Mercado: Recessão acentuada (crise)
- Tipo de edificação: Unifamiliar
- Localização: Isolada
- Distância ao aterro: 50 Km

### 3.4.1 Envolvente exterior vertical

Neste ponto vão ser apresentas algumas explicações pontuais dos preços que foram adaptados. Nos painéis Arga 600 e 900 falta adicionar ao preço tabelado o transporte de Espanha até ao local da obra. No painel Leno o preço estabelecido foi com base no site orcamentos.eu [56] e com base o preço do osb3.

Nos painéis de isolamento (wallmate, styrofoam, universal, therm, pn 100) em relação ao preço já adaptado, ou seja retirando ao valor total do website orcamentos.eu [56] todos os

componentes que não interessam e adicionado o valor do produto em causa, foram ainda adicionados 40 cêntimos devido a esse trabalho não conter o ato de aparafusar. Este valor foi apenas uma estimativa feita por base outros valores encontrados no Cype gerador de preços [55] e no site orcamentos.eu [56] que envolvem esse tipo de trabalho.

Quanto ao Kronopoly mdf Moulding e Kronopoly mdf- gf white painting grade, não foi considerado qualquer tipo de revestimento ou pintura.

Em relação aos painéis osb, foi considerado um preço de instalação de 3 euros após consulta das fichas de rendimento do LNEC (laboratório nacional de engenharia civil) [57].

Este tipo de trabalho não existe especificamente por isso a ficha consultada foi adaptada tendo por valor base o trabalho de mão-de-obra 2,06 euros, mais parafusos 0,11 euros (valor consultado em outras fichas de rendimento). Esse valor foi então majorado e considerado um valor total de 3,00 euros.

Em alguns dos produtos, como foi referido anteriormente, foram adotados preços base do Cype gerador de preços [55] e do site orcamentos.eu [56].

**Tabela 74 Lista de preços dos produtos da envolvente exterior vertical**

Revestimento exterior	Espessura (mm)	Preço (€/m <sup>2</sup> )	Preço com instalação (€/m <sup>2</sup> )	Código	Fonte
Max Exterior (HPL)	4	32,08	51,79	FLM010	[32];[55]
	5	37,19	56,90	FLM010	[32];[55]
	6	40,12	59,83	FLM010	[32];[55]
	7	44,19	63,90	FLM010	[32];[55]
	8	49,34	69,05	FLM010	[32];[55]
	9	51,02	70,73	FLM010	[32];[55]
	10	53,94	73,65	FLM010	[32];[55]
	11	57,54	77,25	FLM010	[32];[55]
	12	60,94	80,65	FLM010	[32];[55]
	13	65,20	84,91	FLM010	[32];[55]
	14	76,49	92,20	FLM010	[32];[55]
	15	79,55	99,26	FLM010	[32];[55]
	4	67,71	87,42	FLM010	[32];[55]
	5	72,66	92,37	FLM010	[32];[55]
Max Exterior Alucompact	6	75,51	95,22	FLM010	[32];[55]
	7	79,46	99,17	FLM010	[32];[55]
	8	84,47	104,18	FLM010	[32];[55]
	9	86,12	105,83	FLM010	[32];[55]
	10	88,93	108,64	FLM010	[32];[55]
	11	92,42	112,13	FLM010	[32];[55]
	12	95,72	115,43	FLM010	[32];[55]
	13	99,88	119,59	FLM010	[32];[55]
	14	110,85	130,56	FLM010	[32];[55]
	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-
Thermo Wood	-	-	-	-	-
Facade Cladding Kerto Concept	-	-	169,31	FAY015	[55]
Alucovering	-	-	111,46	FAM010	[55]
Ceramic	-	-	135,98	FAP010	[55]
Glass Rainscreen	-	-	-	-	-
Stone	-	-	89,52	FAY012	[55]
Azure	-	-	19,88	FLA010	[55]
L' Attitude	-	-	19,88	FLA010	[55]

transpote*Arga 600	35	33,00	52,71	FLM010	[55];[33]
	50	36,00	55,71	FLM010	[55];[33]
transpote*Arga 900	35	30,00	49,71	FLM010	[55];[33]
	50	33,00	52,71	FLM010	[55];[33]
Hairsol 1025M	35	15,50	36,21	FLM010	[55];[33]
	40	16,50	37,21	FLM010	[55];[33]
	50	17,50	38,21	FLM010	[55];[33]
	60	18,50	39,21	FLM010	[55];[33]
<b>Painéis resistentes</b>	<b>Espessura (mm)</b>	<b>Preço (€/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Preço com instalação (€/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Código</b>	<b>Fonte</b>
Leno	6	4,09	7,09	IC491	[57];[56]
	8	4,93	7,93	IC491	[57];[56]
	10	5,89	8,89	IC491	[57];[56]
	12	7,11	10,11	IC491	[57];[56]
	15	8,81	11,81	IC491	[57];[56]
	18	10,71	13,71	IC491	[57];[56]
	22	13,10	16,81	IC491	[57];[56]
Kronopoly osb/4 Sanded	12	5,06	8,06	IC491	[57];[53]
Kronopoly anti-termit t+g	12	6,90	9,90	IC491	[57];[53]
<b>Isolamento e Impermeabilizações</b>	<b>Espessura (mm)</b>	<b>Preço (€/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Preço com instalação (€/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Código</b>	<b>Fonte</b>
Tyvek fachada	-	1,54	-	-	[53]
Tyvek UV facade	-	4,05	-	-	[53]
Tyvek Enercor	-	4,05	-	-	[53]
Tyvek SD2	-	2,03	-	-	[53]
Kronotherm flex	-	-	-	-	-
Wallmate	30	2,71	4,16	12.02.01	[56];[58]
	40	3,63	5,08	12.02.01	[56];[58]
	50	4,54	5,79	12.02.01	[56];[58]
	60	5,45	6,90	12.02.01	[56];[58]
	80	7,27	8,72	12.02.01	[56];[58]
Styrofoam	30	3,57	5,02	12.02.01	[56];[58]
	40	5,00	6,45	12.02.01	[56];[58]
	50	6,25	7,70	12.02.01	[56];[58]
	60	7,50	8,95	12.02.01	[56];[58]
	80	10,00	11,45	12.02.01	[56];[58]
Flex	40	5,72	6,77	12.02.01	[40];[56]
	50	7,09	8,14	12.02.01	[40];[56]
	60	8,51	9,56	12.02.01	[40];[56]
	80	10,77	11,82	12.02.01	[40];[56]
	100	12,73	13,78	12.02.01	[40];[56]
	120	15,30	16,35	12.02.01	[40];[56]
	140	18,40	19,45	12.02.01	[40];[56]
	160	20,40	21,45	12.02.01	[40];[56]
	180	24,03	25,08	12.02.01	[40];[56]
	200	28,78	29,82	12.02.01	[40];[56]
Universal	22	8,80	9,25	12.02.01	[40];[56]
	24	9,56	11,01	12.02.01	[40];[56]
	35	13,55	15,00	12.02.01	[40];[56]
	52	21,11	22,56	12.02.01	[40];[56]
	60	24,36	25,81	12.02.01	[40];[56]
Therm	40	10,55	12,00	12.02.01	[40];[56]
	60	15,38	16,83	12.02.01	[40];[56]
	80	20,56	21,91	12.02.01	[40];[56]
	100	25,99	26,44	12.02.01	[40];[56]
Energain Thermal Mass Panel	-	-	-	-	-
Vacum Insulation Panel	-	-	-	-	-
PN 100	30	5,50	6,95	12.02.01	[59];[56]

	40	7,14	8,59	12.02.01	[59];[56]
	50	8,95	9,40	12.02.01	[59];[56]
	60	10,66	11,11	12.02.01	[59];[56]
	80	14,20	15,65	12.02.01	[59];[56]
	100	17,76	19,21	12.02.01	[59];[56]
<b>Revestimentos Interiores</b>	Espessura (mm)	Preço (€/m <sup>2</sup> )	Preço com instalação (€/m <sup>2</sup> )	Código	Fonte
Kronopoly mdf Moulding	19	-	17,76	RDM	[55]
	25	-	20,31	RDM	[55]
Kronopoly mdf- gf white	19	-	17,76	RDM	[55]
	25	-	20,31	RDM	[55]
Face Mounted Tiles	-	-	-	-	-
Standard	-	3,25	10,96	16.03.01	[56];[43]
Hidrofuga	-	3,25	10,96	16.03.01	[56];[43]

### 3.4.2 Cobertura

Neste ponto serão descritas algumas explicações pontuais dos preços que foram adaptados.

No painel ondatherm falta adicionar ao preço tabelado o transporte de Espanha até ao local da obra.

O floraxx, Biotop geotextile, Root Barrier, Drain são componentes de um sistema de cobertura verde, sendo o preço apresentado o valor total do sistema, tendo como base o facto do tipo de plantação escolhida ser extensiva, ou seja vegetação pequena e que requeira pouca manutenção.

Quanto aos painéis de isolamento (roofmate sl-a, roofmate lg-x, Roofmate pt-a, Universal, Therm, g70, g90, isole +) relativamente ao preço já adaptado, ou seja retirando ao valor total do website orcamentos.eu [56] todos os componentes que não interessam e adicionado o valor do produto em causa, foram ainda adicionados 40 cêntimos devido a esse trabalho não conter o ato de aparafusar. Este valor foi apenas uma estimativa feita tendo como base outros valores encontrados no Cype gerador de preços [55] e no website orcamentos.eu [56] que envolvem esse tipo de trabalho.

Em relação ao painel osb kronopoly osb/3, foi considerado um preço de instalação de 6 euros após consulta das fichas de rendimento do LNEC (laboratório nacional de engenharia civil) [57].

Este tipo de trabalho não existe especificamente por isso a ficha consultada foi adaptada tendo por valor base o trabalho de mão-de-obra 5,02 euros, mais parafusos 0,11 euros (valor consultado em outras fichas de rendimento). Esse valor foi então majorado e foi considerado um valor de 6,00 euros.



Em alguns dos produtos, como foi referido anteriormente, foram adotados preços base do Cype gerador de preços [55] e do site orcamentos.eu [56].

**Tabela 75 Lista de preços dos produtos da cobertura**

Tabela 75 Lista de preços dos produtos da cobertura						
Revestimento exterior	Espessura (mm)	Preço (€/m²)	Preço com instalação (€/m²)	Código	Fonte	
Hairisol 1000C	30	14,50	26,57	QTA	[44];[55]	
	40	15,50	27,57	QTA	[44];[55]	
	50	16,50	28,57	QTA	[44];[55]	
	60	17,50	29,57	QTA	[44];[55]	
	OndaTherm 900C	30	15,50	27,57	QTA	[44];[55]
		40	16,50	28,57	QTA	[44];[55]
		50	17,50	29,57	QTA	[44];[55]
		60	18,50	30,57	QTA	[44];[55]
	TR 35/995	0,5	6,50	18,57	QTA	[45];[55]
	TJ 24/1000	0,5	6,50	18,57	QTA	[45];[55]
PTFE Glass Cloth	-	-	-	-	-	
Painéis resistentes	Espessura (mm)	Preço (€/m²)	Preço com instalação (€/m²)	Código	Fonte	
Kronopoly osb/3	9	4,43	10,43	IC925	[57];[53]	
	11	5,57	11,57	IC925	[57];[53]	
	12	5,79	11,79	IC925	[57];[53]	
	15	6,69	12,59	IC925	[57];[53]	
	18	8,36	14,56	IC925	[57];[53]	
	22	10,21	16,21	IC925	[57];[53]	
	25	11,84	16,84	IC925	[57];[53]	
Isolamento e Impermeabilizações	Espessura (mm)	Preço (€/m²)	Preço com instalação (€/m²)	Código	Fonte	
Tyvek SD2	-	2,03	8,05	QAD052	[53];[55]	
Tyvek Enercor Extra	-	2,33	8,35	QAD052	[53];[55]	
Dupont Air Guard	-	-	-	-	-	
Tyvek cobertura Antireflexo	-	-	-	-	-	
Tyvek Metal	-	-	-	-	-	
Floraxx	-	-	-	-	-	
Biotop geotextile	-	-	94,37	QAD032	[55]	
Root Barrier	-	-	-	-	-	
Drain	-	-	-	-	-	
Vent S	-	-	-	-	-	
Trela	-	-	-	-	-	
Roofmate SL-A	30	2,83	3,96	12.04.01	[56];[58]	
	40	3,78	4,91	12.04.01	[56];[58]	
	50	4,72	5,85	12.04.01	[56];[58]	
	60	5,66	6,79	12.04.01	[56];[58]	
	80	7,72	8,85	12.04.01	[56];[58]	
Roofmate LG-X	50+10	39,72	40,85	12.04.01	[60];[56]	
Roofmate PT-A	35	3,30	4,43	12.04.01	[56];[58]	
	40	3,78	4,90	12.04.01	[56];[58]	
	50	4,72	5,85	12.04.01	[56];[58]	
	60	5,66	6,79	12.04.01	[56];[58]	
	Flex	40	5,72	6,45	12.04.01	[40];[56]
50		7,09	7,82	12.04.01	[40];[56]	
60		8,51	9,24	12.04.01	[40];[56]	
80		10,77	11,50	12.04.01	[40];[56]	
100		12,73	13,46	12.04.01	[40];[56]	
120		15,30	16,03	12.04.01	[40];[56]	
140		18,40	19,13	12.04.01	[40];[56]	

		160	20,40	21,13	12.04.01	[40];[56]
		180	24,03	24,76	12.04.01	[40];[56]
		200	28,78	29,51	12.04.01	[40];[56]
	Universal	22	8,80	9,93	12.04.01	[40];[56]
		24	9,56	10,69	12.04.01	[40];[56]
		35	13,55	14,68	12.04.01	[40];[56]
		52	21,11	22,24	12.04.01	[40];[56]
		60	24,36	25,49	12.04.01	[40];[56]
	Therm	40	10,55	11,68	12.04.01	[40];[56]
		60	15,38	16,51	12.04.01	[40];[56]
		80	20,56	21,69	12.04.01	[40];[56]
		100	25,99	27,12	12.04.01	[40];[56]
	G70	30	4,47	5,60	12.04.01	[59];[56]
		40	6,02	7,25	12.04.01	[59];[56]
		50	7,50	8,63	12.04.01	[59];[56]
	G90	30	6,08	7,21	12.04.01	[59];[56]
		40	8,02	9,15	12.04.01	[59];[56]
		50	10,13	11,26	12.04.01	[59];[56]
	Isole +	40	2,16	2,89	12.04.01	[59];[56]
		50	2,65	3,38	12.04.01	[59];[56]
		60	3,14	3,87	12.04.01	[59];[56]
		75	4,14	4,87	12.04.01	[59];[56]
Revestimentos Interiores		Espessura (mm)	Preço (€/m <sup>2</sup> )	Preço com instalação (€/m <sup>2</sup> )	Código	Fonte
	Delta Cool	-	-	-	-	-
	Mag Tek	-	-	-	-	-
	Standard		3,25	18,73	RTC016	[43];[55]
	Hidrofuga		3,25	18,73	RTC016	[43];[55]
	D112 Unidirecional	-	-	17,00	-	[50]
	Fonowood	-	-	-	-	-
	Steel Lis Spa	-	-	47,33	-	[61]

### 3.4.3 Pavimento

Neste ponto vão ser referidas algumas explicações pontuais dos preços que foram adaptados. Relativamente ao painel kronopoly kompaktholz t+g foi considerado o mesmo preço do painel kronopoly osb/3 valor esse referido na Tabela 75. Não tendo um trabalho específico para a fixação de painéis osb foi considerado o mesmo valor que na cobertura. Em alguns dos produtos, como foi mencionado anteriormente, foram adotados preços base do Cype gerador de preços [55] e do site orcamentos.eu [56].

**Tabela 76 Lista de preços dos produtos do pavimento**

Painéis resistentes	Espessura (mm)	Preço (€/m <sup>2</sup> )	Preço com instalação (€/m <sup>2</sup> )	Código	Fonte
Os3 = *Kronopoly Kompaktholz t+g	9	4,43	10,43	IC925	[57];[53]
	11	5,57	11,57	IC925	[57];[53]
	12	5,79	11,79	IC925	[57];[53]
	15	6,69	12,59	IC925	[57];[53]
	18	8,36	14,56	IC925	[57];[53]
	22	10,21	16,21	IC925	[57];[53]
	25	11,84	16,84	IC925	[57];[53]
Isolamento e Impermeabilizações	Espessura	Preço	Preço com	Código	Fonte

	(mm)	(€/m <sup>2</sup> )	instalação (€/m <sup>2</sup> )		
Kronotherm Sound	-	-	-	-	-
Floormate 200-A	30	2,71	3,76	12.03.01	[58];[56]
	40	3,61	4,66	12.03.01	[58];[56]
	50	4,51	5,56	12.03.01	[58];[56]
UnderFloor	3,6	2,15	3,20	12.03.01	[40];[56]
	4,0	2,17	3,22	12.03.01	[40];[56]
	5,0	2,22	3,27	12.03.01	[40];[56]
	7,0	2,36	3,41	12.03.01	[40];[56]
LF 90	20	3,79	4,84	12.03.01	[59];[56]
	30	5,61	6,66	12.03.01	[59];[56]
	40	7,45	8,50	12.03.01	[59];[56]
	50	9,33	10,38	12.03.01	[59];[56]
LF 100	20	4,37	5,42	12.03.01	[59];[56]
	30	6,57	7,62	12.03.01	[59];[56]
	40	8,36	9,41	12.03.01	[59];[56]
	50	10,46	11,51	12.03.01	[59];[56]
Revestimentos Interiores	Espessura (mm)	Preço (€/m <sup>2</sup> )	Preço com instalação (€/m <sup>2</sup> )	Código	Fonte
Marmoleum Acustic	4,0	40,48	47,03	RSS020	[52];[55]
Flotex Tiles	5,3	43,37	49,92	RSS020	[52];[55]
Tessera Inline	7,5	38,44	44,99	RSS020	[52];[55]
Marmoleum Click					
300x300	-	52,77	56,51-	RSL010	[52];[55]
900x900		39,21	42,95		
Svinyl	5	47,86	51,60	RSL010	[53];[55]
Feno Pan	-	-	-	-	-
Corkcomfort	-	26,60 - 39,10	30,34- 42,84	RSL010	[62];[55]
Artcomfort	-	28,60 - 39,40	32,34- 43,14	RSL010	[62];[55]
Woodcomfort	-	26,40 - 40,80	30,14- 44,54	RSL010	[62];[55]
Piso elevado FHB 25	-	-	40,00 – 50,00	-	[50]



## 4. SOLUÇÕES CONCEBIDAS

No presente capítulo é desenvolvida a conceção das soluções começando por se descrever como foi obtida a arquitetura das plantas das soluções. Seguidamente são projetadas todas as redes interiores necessárias desde o abastecimento de águas, drenagem de águas residuais e pluviais, redes de gás e telecomunicações.

Foram também efetuados os projetos para a verificação regulamentar térmica dos elementos opacos (parede exterior, cobertura e pavimento) e será realizada a verificação regulamentar aos sons aéreos nas paredes exteriores e cobertura no projeto acústico.

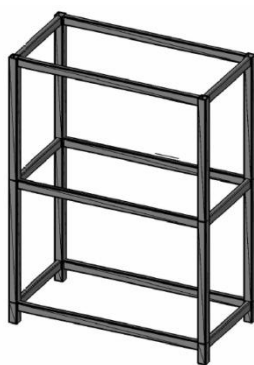
É ainda efetuada, no projeto da segurança contra incêndio a verificação regulamentar dos requisitos dos materiais em relação à sua reação ao fogo, e no projeto de estabilidade será feita a verificação das exigências de segurança e construtivas.

Todos os dimensionamentos e verificações são apresentados no anexo respetivo de cada projeto contendo este algumas considerações extraordinárias consideradas pertinentes.

### 4.1 Conceção das plantas

A conceção das plantas teve como base, uma estrutura porticada modular (denominada do módulo) que foi projetada na tese de Sérgio Patinha [1].

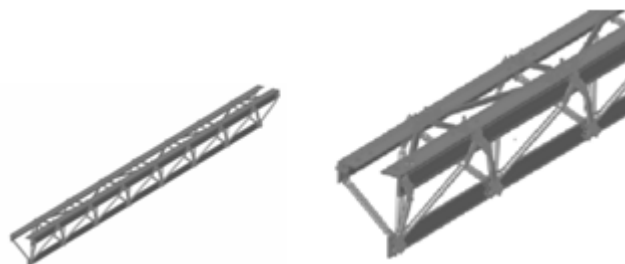
O módulo tem as seguintes dimensões: o maior vão 4,8 metros; o menor vão 2,4 metros e uma altura entre pisos de 3 metros.



**Figura 75 Exemplo do módulo[1]**

O módulo pode ter 3 pisos como pode ser visto na Figura 75, mas também pode ter somente 2 pisos.

Este módulo é composto por pilares do tipo RHS 220 x 220 x (8,7,6) mm e as vigas são treliças Figura 76.



**Figura 76 Exemplo da treliça [6]**

Tendo este módulo base o passo seguinte foi saber as áreas mínimas regulamentares de cada compartimento em função da tipologia. As dimensões segundo o artigo 66 ° do regulamento geral das edificações urbanas, são apresentadas na Figura 77.

	número de compartimentos por fogo							
	2	3	4	5	6	7	8	Mais de 8
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	Tx>6
	áreas em metros quadrados							
Quarto casal .....	—	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5
Quarto duplo .....	—	—	9	9	9	9	9	restantes quartos 9m2
Quarto duplo .....	—	—	—	9	9	9	9	
Quarto duplo .....	—	—	—	—	—	9	9	
Quarto simples .....	—	—	—	—	6,5	6,5	6,5	
Quarto simples .....	—	—	—	—	—	—	6,5	6,5
Sala .....	10	10	12	12	12	16	16	16
Cozinha .....	6	6	6	6	6	6	6	6
Suplemento de área obrigatório.....	6	4	6	8	8	8	10	(x + 4)m2 (x= n.º de quartos)

**Figura 77 Áreas mínimas dos espaços segundo o regulamento geral das edificações urbanas [63]**

No artigo 67º também são referidas áreas mínimas brutas a respeitar. Por sua vez na Figura 78 são apresentadas essas áreas segundo o regulamento geral das edificações.

área bruta em metros quadrados .....	Tipo de fogo							
	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	Tx>6
	35	52	72	91	105	122	134	1,6 x Ah

**Figura 78 Áreas mínimas brutas segundo o regulamento geral das edificações urbanas [63]**

Foi também consultado o website da téketo [3] na secção das plantas, sendo realizada a análise dos valores das áreas dos compartimentos de forma qualitativa e quando possível quantitativa dependendo da existência ou não cotas de referência ou mesmo de áreas.

A tipologia escolhida foi a de um T3, tendo este um ou dois pisos e com os seguintes compartimentos: cozinha, dispensa /sala de arrumos, lavandaria, sala de estar / jantar, três instalações sanitárias, suite e dois quartos.

Tendo por base as áreas mínimas referidas anteriormente e áreas de algumas soluções da tipologia T3 disponíveis na tétéko [3] do arquiteto Manuel Tavares e da arquiteta Olga Pimenta, foram então determinadas as áreas que correspondem a cada compartimento.

Na Tabela 77 podem ser observadas as áreas adotadas para os diversos compartimentos e as áreas que serviram de referência das soluções dos arquitetos da tétéko [3].

**Tabela 77 Áreas dos compartimentos**

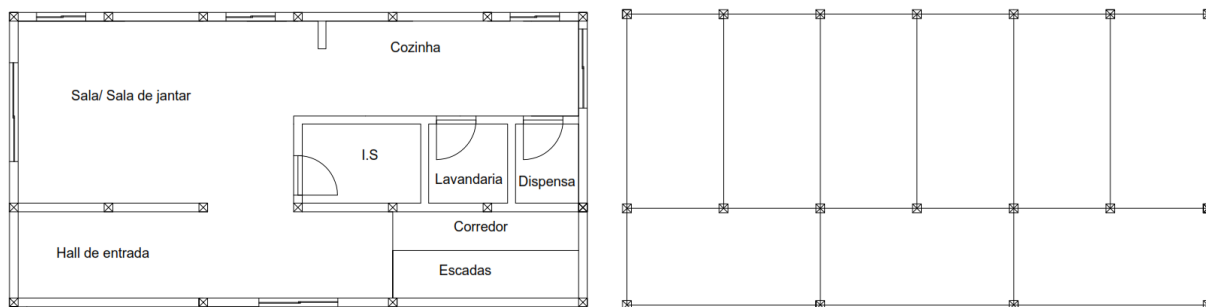
Compartimento	Manuel Tavares	Olga Pimenta		Solução 1	Solução 2	Solução 3
	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>
Cozinha	10,86	23,00	13,25	16,36	16,80	19,49
Sala de estar/jantar	38,17	27,00	34,20	32,11	32,11	32,11
Hall de entrada	6,40	9,55	5,85	10,46	10,46	10,46
Lavandaria	3,20	3,05	3,00	4,00	4,00	3,63
Dispensa/arrumos	2,20	-	-	3,20	3,20	3,63
I.S	2,40/7,00/ 4,70	3,65/5,10/ 4,15/3,88	6,50/3,80/ 4,55	6,00/5,20/ 6,25	6,00/5,72/ 5,67	7,66/5,45/ 5,94
Suite	16,55	32,75	15,35	19,39	19,92	21,51
Quartos	14,14/ 14,14	21,80/ 15,30	11,70/ 13,50	15,32/ 15,32	15,25/ 15,21	17,59/ 17,59

As áreas dos compartimentos da Solução 1,2,3 não têm em conta a espessura dos revestimentos interior da parede exterior bem como isolamentos, ou seja o valor real das áreas é inferior ao apresentado.

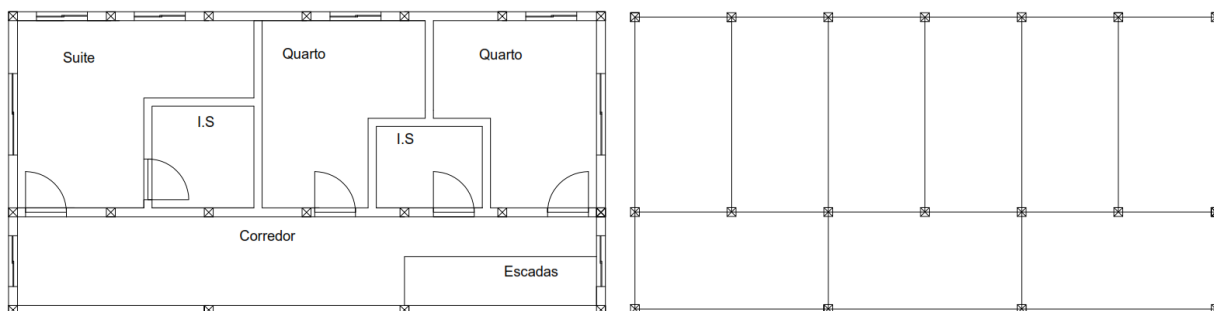
As paredes interiores têm uma espessura que varia entre os 20 a 22 cm.

Para obter as áreas finais, realizou-se processo de iterativo em que se tinha que jogar com o formato do módulo e a forma de o rentabilizar ao máximo possível. Um dos objetivos atingir era o de não existir pilares no meio dos espaços por isso um lado do vão maior era um condicionante da largura dos compartimentos que exigiam maior área.

A solução 1 é composta por 2 pisos, em que no rés-do-chão (Figura 79) é constituída pela cozinha, sala, lavandaria, instalação sanitária, hall de entrada e escada de acesso ao primeiro piso. No primeiro piso (Figura 80) existem 2 quartos, suite e duas instalações sanitárias.

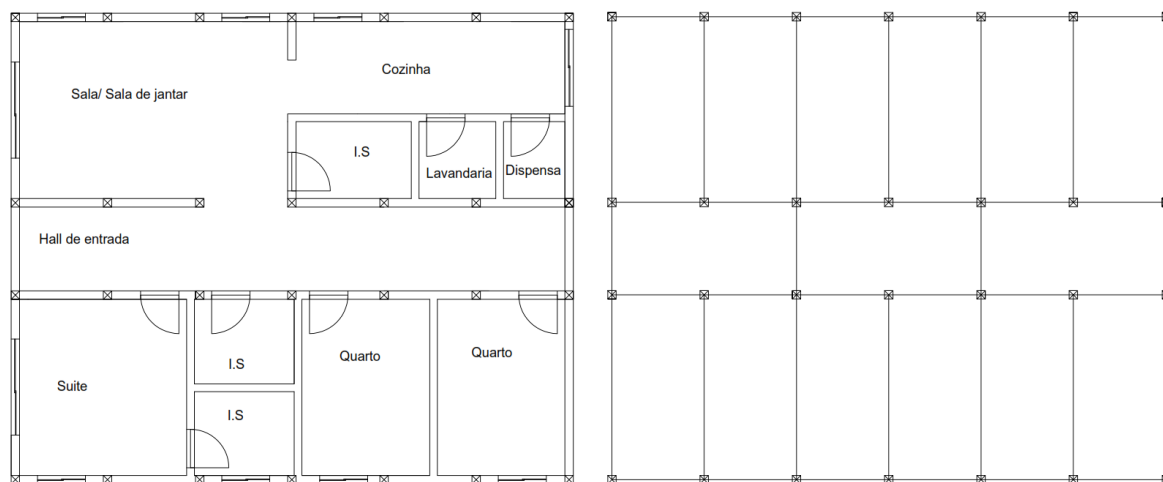


**Figura 79 Planta de arquitetura e Planta estrutural, Solução 1, rés-do-chão**



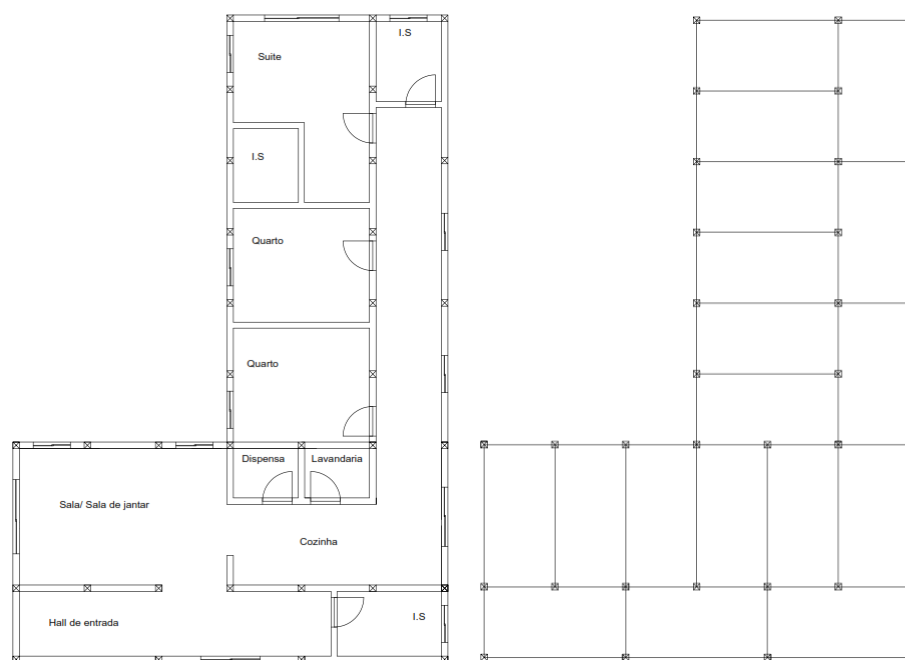
**Figura 80 Planta de arquitetura e Planta estrutural, Solução 1, 1º piso**

As soluções 2 (Figura 81) e 3 (Figura 82) são de um só piso. O que as diferencia é a configuração da planta.



**Figura 81 Planta de arquitetura e Planta estrutural, Solução 2**





**Figura 82 Planta de arquitetura e Planta estrutural, Solução 3**

Em todas as soluções tentou-se colocar os compartimentos mais nobres com uma maior exposição solar nomeadamente a sala e os quartos. A sala nas soluções 1 e 2 está orientada a sul o que quer dizer que a suite tem uma parte virada a sul e a outra a poente. Em relação aos quartos na solução 1 encontram-se virados a poente enquanto na solução 2 estão viradas a nascente.

Por ultimo na solução 3 os quartos, a suite e a sala encontram-se todos virados a sul.

É necessário ter em conta que nas fachadas viradas a sul da utilização de palas ou algum meio de sombreamento que previna que no verão o sol incida diretamente nos envidraçados nas horas de maior calor.

Posteriormente foram comparadas qualitativamente as áreas de implantação das soluções apresentadas anteriormente com mais duas soluções contidas na tese de dissertação de Carlos Goncalves [64]. Os valores das áreas são apresentados na Tabela 78

**Tabela 78 Áreas de implantação**

SIT Modular m <sup>2</sup>	Modular System m <sup>2</sup>	Manuel Tavares m <sup>2</sup>	Olga Pimenta m <sup>2</sup> m <sup>2</sup>		Solução 1 m <sup>2</sup>	Solução 2 m <sup>2</sup>	Solução 3 m <sup>2</sup>
128,00	125,15	178,00	160,00	230,00	214,84	179,19	216,06

As áreas encontram-se dentro do que é praticado. Sendo assim vão ser executados os devidos projetos de especialidade para cada uma destas soluções.

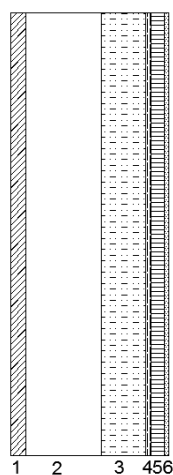
## 4.2 Conceção da envoltente exterior

A envoltente exterior tem como componentes verticais as paredes exteriores e como componentes horizontais tanto a cobertura como o pavimento.

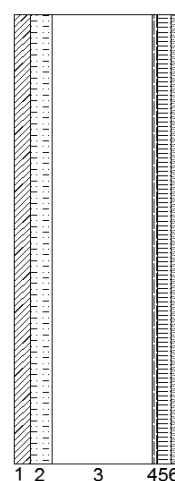
Seguidamente são expostas as composições para as paredes, coberturas e pavimentos.

### 4.2.1 Parede exterior

Na Figura 83e na Figura 84 é apresentada a solução para a parede em zona corrente (zona da parede exterior onde não existem elementos estruturais nem vãos envidraçados) e não corrente respetivamente (zona onde existem elementos estruturais).



**Figura 83** Constituição da parede exterior na zona corrente



**Figura 84** Constituição da parede em zona não corrente

Em que para a parede exterior na zona corrente:

1- Painel Hairsol 1025 M (35 mm); 2- camada de ar (168 mm); 3- Steico Flex (100 mm); 4- Kronopoly OSB 4 Sanded (12 mm); 5- PN 100 (30 mm); 6- Gyptec Standard (9,5 mm) ou Hidrofuga (12,5 mm).

Em que para a parede exterior na zona não corrente:

1- Painel Hairsol 1025 M (35 mm); 2- Steico Flex (50 mm); 3- Pilar (220 mm) ; 4- Kronopoly OSB 4 Sanded (12 mm); 5- PN 100 (30 mm) ; 6- Gyptec Standard (9,5 mm) ou Hidrofuga (12,5 mm).

#### Descrição da escolha dos produtos da parede exterior:

O painel para revestimento Hairsol 1025 M foi escolhido pelas suas características resistentes às de forma a dar resposta às ações a qual vai ser imposto, pelas suas características isolantes e impermeabilizantes, também devido a controlar a existência de pontes térmicas planas na

zona não corrente. Além destes fatores foi tido em conta o preço bem como o facto de ser um material reutilizável e de fácil instalação.

O isolamento flex foi escolhido pelas suas boas propriedades térmicas e facilidade de instalação o que permite ter um custo baixo podendo assim utilizar uma maior espessura de material. Este foi utilizado tanto na zona corrente como não corrente, sendo que nesta ultima foi utilizado para ajudar a controlar as pontes térmicas planas.

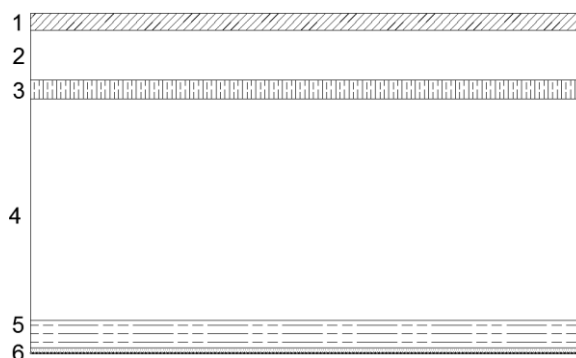
O painel Kronopoly OSB 4 Sanded, foi escolhido pelas suas características resistentes para dar corpo ao pano interior da parede exterior por forma a poderem ser fixados os mais diversos objetos e redes de instalações.

A placa de lã de rocha termo endurecida PN100 foi escolhida para dar resposta principalmente às questões acústicas mas também é um bom isolante térmico.

As placas de gesso cartonado, Gyptec hidrófuga e standard foram escolhidas servirem como revestimento interior em toda a habitação, pelo seu sistema de fixação poder ser por meio de ligação aparafusada.

#### 4.2.2 Cobertura

Na Figura 85 é apresentada a solução da cobertura.



**Figura 85 Constituição da cobertura**

Em que:

1- Hairsol 1000 C (30 mm); 2- Caixa-de-ar entre revestimento exterior e o painel OSB (90 mm); 3- Kronopoly OSB 3 (34 mm); 4- Caixa-de-ar do teto falso (400 mm); 5- G 70 (50 mm); 6- Gyptec Standard (9,5 mm) ou Hidrofuga (12,5 mm).

##### Descrição da escolha dos produtos da cobertura:

O painel para revestimento Hairsol 1000 C foi escolhido pelas suas características resistentes às de forma a dar resposta às ações a qual vai ser imposto, pelas suas características isolantes e impermeabilizantes.

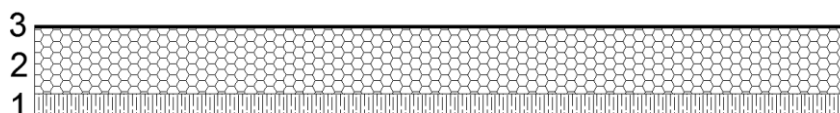
O painel Kronopoly OSB 3, foi escolhido pelas suas características resistentes para resistir às cargas provenientes da cobertura bem como servir de suporte para a fixação do teto falso e as as fixações das diversas instalações.

A placa de lã de rocha termo endurecida G 70 foi escolhida para dar resposta principalmente às questões acústicas mas também é um bom isolante térmico.

O mesmo se aplica às placas de gesso cartonado, Gyptec hidrófuga e standard que foram escolhidas para servirem como revestimento interior em toda a habitação, pelo seu sistema de fixação poder ser por meio de ligação aparafusada.

### 4.2.3 Pavimento

Na Figura 86 é apresentada a solução do pavimento.



**Figura 86 Constituição do pavimento**

Em que:

1- Kronoply Kompaktholz t+g (25 mm); 2- Floormate 200-A (80 mm); 3- UnderFloor (3,6 mm) + Marmoleum Click (9,9 mm) ou Svinyl (5 mm).

#### Descrição da escolha dos produtos do pavimento:

O painel Kronopoly OSB 3, foi escolhido pelas suas características resistentes para resistir às cargas provenientes das sobrecargas aplicadas sobre os pavimentos.

A placa de isolamento Floormate 200-A foi escolhida pelas suas propriedades térmicas bem como resistentes por forma a ter capacidade resistente às cargas que lhe vão ser impostas.

O UnderFloor foi escolhido como sistema de apoio à instalação do pavimento flutuante, para que exista um pavimento sem rugosidades e perfeitamente nivelado também tem por apresentar boas características acústicas.

Os sistemas de piso flutuantes Marmoleum Click e Svinyl foram escolhidos pela sua fácil aplicação e pelo facto de não requerem nenhuma espécie de ligante para efetuar a ligação com o suporte o que segue a filosofia da construção de encaixe ou seja da construção modular. Mesmo sendo um tipo de pavimento mais caro que outros, este corresponde à filosofia adotada para este trabalho.

De referir que em todos os produtos foi sempre tentado escolher o mais económico sem nunca comprometer a sua funcionalidade ou desempenho.

### 4.3 Projetos de especialidade

Neste subcapítulo vão ser expostos os diversos projetos nomeadamente:

- Abastecimento de água
- Drenagem de águas negras
- Drenagem de águas pluviais
- Térmico
- Acústico
- Fogo
- Rede de gás
- Estabilidade
- ITED

Em cada projeto vão ser explicadas as suas condicionantes e será apresentado também o orçamento.

Quando os preços não possuem uma segunda fonte, é porque são obtidos com base no programa CYPE gerador de preços [55].

#### 4.3.1 Projeto do sistema de distribuição de água fria e quente

##### Descrição da arquitetura e traçado do abastecimento

A solução 1 tem dois pisos, em que no primeiro é constituído por uma cozinha, uma instalação sanitária (I.S) e uma lavandaria, no segundo piso existem duas instalações sanitárias. A tubagem será em PEX, e andar por baixo do pavimento na maior parte dos traçados entre os espaços vazios da treliça. Aquando da passagem de tubos da rede de esgotos, a tubagem passará abaixo destes e andar suspensa por meio de tirantes e abraçadeiras.

As tubagens de água quente e fria devem estar afastadas sempre que possível no mínimo de 5 centímetros e a tubagem de água fria deve andar sempre por baixo da tubagem de água quente.

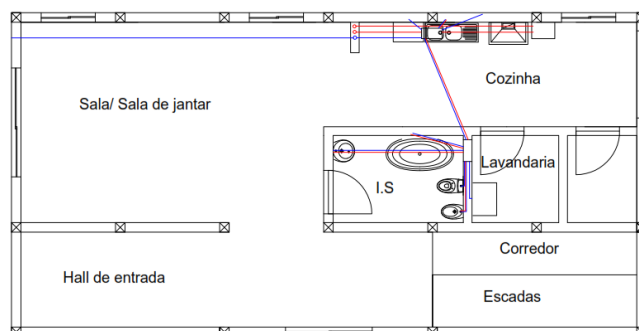
O ramal de ligação da rede pública abastece diretamente o painel solar e ao longo do percurso existem as derivações necessárias para o abastecimento de água fria para abastecimento dos dispositivos. Cada dispositivo será constituído por um único ramal de alimentação que une este a uma caixa de distribuição.

A passagem da tubagem entre pisos é feita através de uma corete que se encontra na cozinha.

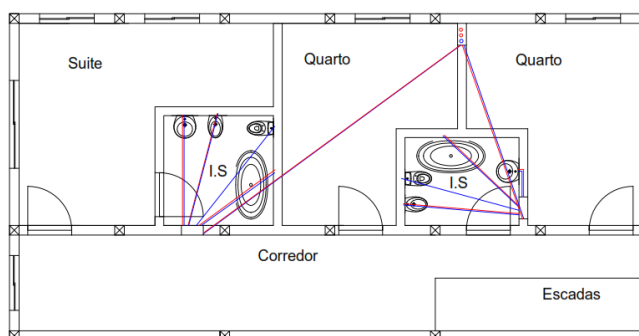
A ligação aos dispositivos é realizada por troços verticais na parede.

O ramal de acesso à rede foi, por simplicidade considerado reto mas pode vir de qualquer direção.

A planta descritiva do traçado pode ser vista na Figura 87 e na Figura 88 e em mais pormenor no anexo.



**Figura 87 Planta da rede de abastecimento das águas frias e quentes da solução 1, rés-do-chão**



**Figura 88 Planta da rede de abastecimento das águas frias e quentes da solução 1, 1º piso**

As soluções 2 e 3 são semelhantes pois possuem um piso e são constituídas uma cozinha, uma lavandaria e três instalações sanitárias. A tubagem será em PEX, e anda por baixo do pavimento na maior parte dos traçados entre os espaços vazios da treliça. Aquando da passagem de tubos da rede de esgotos, a tubagem passará abaixo da treliça e andarà suspensa por meio de tirantes e abraçadeiras.

As tubagens de água quente e fria devem estar afastadas sempre que possível de pelo menos 5 centímetros e a tubagem de água fria deve andar sempre por baixo da de água quente.

O ramal de ligação da rede pública abastece diretamente o painel solar e ao longo do percurso existem as derivações necessárias para o abastecimento de água fria para abastecimento dos dispositivos. Cada dispositivo será constituído por um único ramal de alimentação que une este a uma caixa de distribuição.

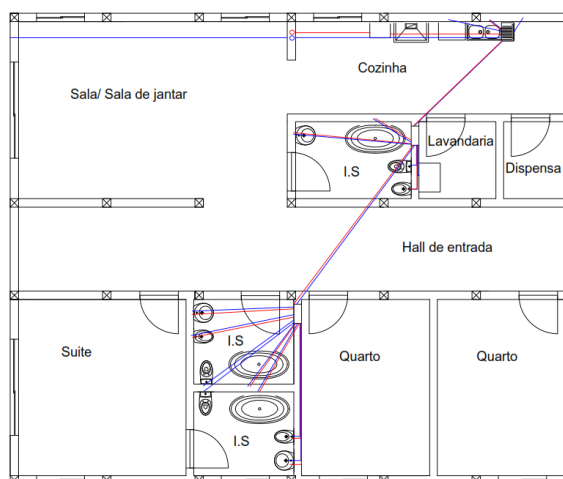
A passagem da tubagem entre o piso e a cobertura é feita através de uma corete que se encontra na cozinha.

A ligação aos dispositivos é realizada por troços verticais na parede.

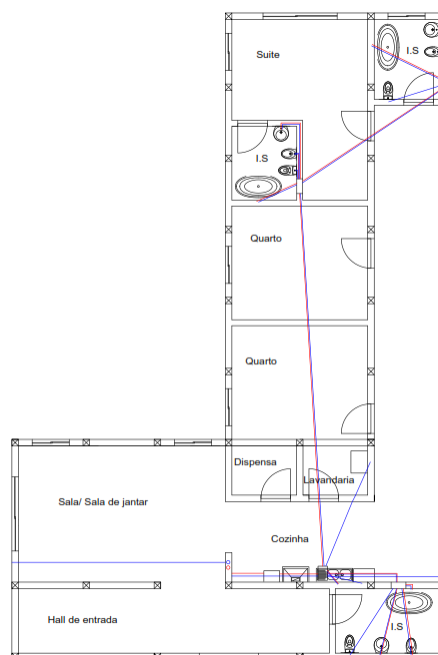
À semelhança da solução 1 o ramal de acesso à rede foi por simplicidade considerado reto mas pode vir de qualquer direção.

A planta descritiva dos traçados pode ser vista na Figura 89 e na Figura 90 e em mais pormenor no anexo.

O ramal de acesso à rede foi por simplicidade considerado reto mas pode vir de qualquer direção.



**Figura 89 Planta da rede de abastecimento de água fria e quente da solução 2**



**Figura 90 Planta da rede de abastecimento de água fria e quente da solução 3**

### Materiais

Toda a tubagem é em PEX. Foi escolhido este tipo de material pelas seguintes vantagens: poder ser utilizado tanto nas águas frias como quentes; a sua flexibilidade permite que sejam dobrados a quente e a frio; facilidade na substituição; boa resistência à agressividade da água natural e suporta temperaturas até aos 95°C em serviço contínuo.

### Dimensionamento

O dimensionamento foi elaborado tendo em conta os caudais e pressões suficientes para garantir o bom funcionamento de todos os dispositivos.

Os caudais de cálculo para edifícios de habitação corrente (sem fluxómetros) são obtidos em função dos caudais de instantâneos pela expressão para um nível de grande conforto.

A expressão traduz-se numa curva de transformação dos caudais acumulados em caudais de dimensionamento. Como foi referido anteriormente foi adotado um nível de grande conforto e esta curva será apresentada em normas francesas de acordo com o manual de redes prediais da Epal [65]. Em função do caudal acumulo é utilizada a equação 1 ou 2 e o caudal é expresso em (l/s).

$$Q_{\text{dim}} = 0,6015 \times Q_{\text{acum}}^{0,5825} \rightarrow Q_{\text{acum}} \leq 3,5 \quad (1)$$

$$Q_{\text{dim}} = 0,5834 \times Q_{\text{acum}}^{0,5872} \rightarrow 25 \leq Q_{\text{acum}} \leq 3,5 \quad (2)$$

Em que:

$Q_{\text{dim}}$ - Caudal de dimensionamento

$Q_{\text{acum}}$ -Caudal acumulado

O caudal acumulado é a soma dos caudais instantâneos dos dispositivos individuais que confluem para uma caixa. Na Tabela 79 são apresentados os caudais instantâneos dos dispositivos individuais.

**Tabela 79 Caudais instantâneos dos dispositivos [65]**

<b>Dispositivo</b>	<b>Caudal Instantâneo (l/s)</b>
Lavatório individual	0,10
Lavatório coletivo (por bica)	0,05
Bidé	0,10
Banheira	0,25
Chuveiro individual	0,15
Pia de despejo com torneira de $\phi$ 15	0,15
Autoclismo de bacia de retrete	0,10
Mictório com torneira individual	0,15
Pia lava louça	0,20
Bebedouro	0,10
Máquina de lavar louça	0,15
Máquina de lavar roupa ou tanque	0,20
Bacia de retrete com fluxómetro	1,50
Mictório com fluxómetro	0,50
Boca de rega ou de lavagem de $\phi$ 15	0,30
Idem de $\phi$ 20	0,45

### Diâmetro e velocidade

Os diâmetros de cálculo das tubagens foram obtidos a partir da equação 3 [23] que depende do caudal de cálculo e da velocidade de escoamento.



$$D_{\text{Calc}} = \sqrt{\frac{4 \times Q_{\text{dim}}}{\pi \times V}} \quad (3)$$

Em que:

$D_{\text{Calc}}$ - Diâmetro de cálculo

V - Velocidade do escoamento

A velocidade de escoamento, por restrições regulamentares deve andar entre os 0,5 e 2,0 m/s, devido a razões de conforto e durabilidade das tubagens uma vez que os ruídos provenientes das canalizações advêm de elevadas velocidades de escoamento que levam à produção de vibrações [66].

O manual de redes prediais da Epal [64] aconselha que a velocidade se situe no intervalo de 0,8 a 1,2 m/s sendo que o valor ideal seria de 1 m/s.

Para o dimensionamento do diâmetro foi adotada uma velocidade base do escoamento de 1,2 m/s.

Após a seleção do diâmetro do tubo procede-se a uma verificação para ver se a velocidade é inferior a 1,2 m/s e se fica a rondar o valor de 0,8 m/s. Caso a velocidade fosse muito inferior por exemplo de 0,7 esse diâmetro era descartado e escolhido outro, ou então outra velocidade base para o dimensionamento do tubo.

#### Perdas de carga

As perdas de carga unitária foram calculadas pela fórmula de Flamant [23].

$$J = 4 \times b \times v^{\frac{7}{4}} \times D_i^{-\frac{5}{4}} \quad (4)$$

Em que:

b- 0.000134 para tubagens de materiais plásticos

J- perda de carga (m/m)

V- velocidade do escoamento m/s

$D_i$ - Diâmetro interno (m/s)

As perdas de carga localizadas são incorporadas na perda de carga do percurso majorando esta, por um fator de 1,20, desta forma é evitado o cálculo de cada singularidade [66] e [65].

#### Pressões

Foi determinada a pressão necessária na rede geral de abastecimento fazendo o somatório das perdas de carga associadas ao percurso mais desfavorável, perdas de carga localizadas (contador, etc.) e a pressão mínima a garantir no dispositivo mais desfavorável [65].

A pressão mínima a garantir no dispositivo mais desfavorável é de 10 m.c.a (metros coluna de água) e a pressão associada a perdas de carga localizada é de 2 m.c.a.

As cotas dos dispositivos individuais nas instalações sanitárias foram obtidas com base nos alçados dos dispositivos apresentados nas plantas da Grenos gama de produto Alessi [67] e as restantes cotas foram assumidas.

As pressões nos dispositivos devem situar-se no intervalo de 50 kPa a 600 kPa ou 5 a 60 m.c.a e segundo o manual dos sistemas prediais de distribuição e drenagem de águas [66] no regulamento português, a pressão recomendada por razões de conforto e durabilidade das tubagens deve situar-se no intervalo de 150 kPa a 300 kPa ou 15 a 30 m.c.a.

### Orçamentação

A orçamentação foi feita com base nos valores do programa CYPE [55] na aplicação gerador de preços as condições dos preços compostos são as mesmas que foram apresentadas no ponto 3.4.

Foi escolhida a marca Upnor [68] no gerador de preços na gama de produtos pex.

As medições foram realizadas juntando a água fria e quente.

No gerador de preços não existia a válvula para um diâmetro de 40 mm por isso, essa alteração foi feita após a consulta da tabela de preços da Upnor [68].

Nas instalações em local húmido foi considerado que o preço dado tem todas as ligações necessárias para a água fria e quente desde a caixa até cada dispositivo.

Nas seguintes tabelas (Tabela 80, Tabela 81, Tabela 82) são apresentados os respetivos orçamentos para cada solução.

**Tabela 80 Orçamento da rede de distribuição de água da Solução 1**

Item	Unidade	Quantidade	Preço Unitário (€/m)ou €	Preço (€)	Código	Referência
Caixas de inspeção + coletor	Un	6	32,45	194,70	IFI009	[55]
Válvula de seccionamento de 40 φ	Un	1	78,98	66,29	IFI008	[68];[55]
Válvula de seccionamento de 32 φ	Un	5	46,29	231,45	IFI008	[55]
Válvula de seccionamento de 25 φ	Un	5	25,07	125,35	IFI008	[55]
Instalação interior em local húmido Instalação: sanitária	Un	3	377,10	1131,3	IFI010	[55]
Instalação interior em local húmido Instalação: Cozinha	Un	1	188,37	188,37	IFI010	[55]
Instalação interior em local húmido Instalação: Lavandaria	Un	1	77,89	77,89	IFI010	[55]
Tubagem para instalação interior: 25 φ	m	43,44	8,98	390,09	IFI010	[68];[55]
Tubagem para instalação interior: 32 φ	m	26,31	9,95	261,78	IFI010	[68];[55]
Tubagem para instalação interior: 40 φ	m	8,14	13,25	107,86	IFI010	[68];[55]
Tubagem para instalação interior: 50 φ	m	8,82	18,66	164,58	IFI010	[68];[55]
<b>Total:</b>				1808,04		

**Tabela 81 Orçamento da rede de distribuição de água da Solução 2**

Item	Unidade	Quantidade	Preço Unitário (€/m)ou €	Preço (€)	Código	Referência
Caixas de inspeção + coletor	Un	5*	32,45	162,25	IFI009	[55]
Válvula de seccionamento de 40 φ	Un	2	78,98	157,69	IFI008	[68];[55]
Válvula de seccionamento de 32 φ	Un	2	46,29	92,58	IFI008	[55]
Válvula de seccionamento de 25 φ	Un	2	25,07	50,14	IFI008	[55]
Instalação interior em local húmido Instalação: sanitária	Un	3	377,10	1131,3	IFI010	[55]
Instalação interior em local húmido Instalação: Cozinha	Un	1	188,37	188,37	IFI010	[55]
Instalação interior em local húmido Instalação: Lavandaria	Un	1	77,89	77,89	IFI010	[55]
Tubagem para instalação interior: 25 φ	m	13,55	8,98	121,68	IFI010	[68];[55]
Tubagem para instalação interior: 32 φ	m	14,74	9,95	146,66	IFI010	[68];[55]
Tubagem para instalação interior: 40 φ	m	9,88	13,25	130,91	IFI010	[68];[55]
Tubagem para instalação interior: 50 φ	m	15,75	18,66	290,53	IFI010	[68];[55]
<b>Total:</b>				1418,70		

\*Devido ao número de dispositivos a ligar nas instalações sanitárias dos quartos foram colocadas 2 caixas juntas em serie. Na planta essas duas caixas por simplificação são apresentadas como uma só.

**Tabela 82 Orçamento da rede de distribuição de água da Solução 3**

Item	Unidade	Quantidade	Preço Unitário (€/m)ou €	Preço (€)	Código	Referência
Caixas de inspeção + coletor	Un	5	32,45	162,25	IFI009	[55]
Válvula de seccionamento de 32 φ	Un	4	46,29	185,16	IFI008	[55]
Válvula de seccionamento de 25 φ	Un	4	25,07	108,28	IFI008	[55]
Instalação interior em local húmido Instalação: sanitária	Un	3	377,10	1131,3	IFI010	[55]
Instalação interior em local húmido Instalação: Cozinha	Un	1	188,37	188,37	IFI010	[55]
Instalação interior em local húmido Instalação: Lavandaria	Un	1	77,89	77,89	IFI010	[55]
Tubagem para instalação interior: 25 φ	m	26,48	8,98	237,79	IFI010	[55]
Tubagem para instalação interior: 32 φ	m	48,37	9,95	481,28	IFI010	[55]
Tubagem para instalação interior: 50 φ	m	13,11	18,66	244,63	IFI010	[55]
<b>Total:</b>				1523,40		

### 4.3.2 Projeto do sistema de drenagem de águas residuais

#### Descrição da arquitetura e traçado do abastecimento

Como já foi enunciado a solução 1 é constituída por dois pisos, em que no primeiro existe uma cozinha, uma instalação sanitária e uma lavandaria, no segundo piso tem duas instalações sanitárias.

As tubagens em troços horizontais entre o rés-do-chão e o primeiro piso passarão por baixo do pavimento entre os espaços vazios da treliça e andarà suspensa por meio de tirantes e abraçadeiras.

Todas as tubagens de drenagem, sifões e tubos de queda serão ligados ao suporte por meio de abraçadeiras e tirantes.

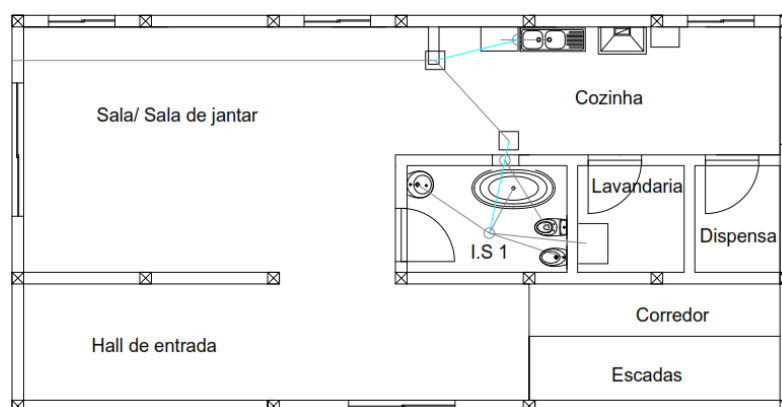
Os dispositivos individuais que não possuem sistema de sifonagem incorporado serão ligados a um sifão e, por sua vez, este será ligado a um tubo de queda. Relativamente à bacia de retrete terá uma ligação direta ao tubo de queda.

O tubo de queda encontra-se na coretes e tem ligação direta até à cobertura.

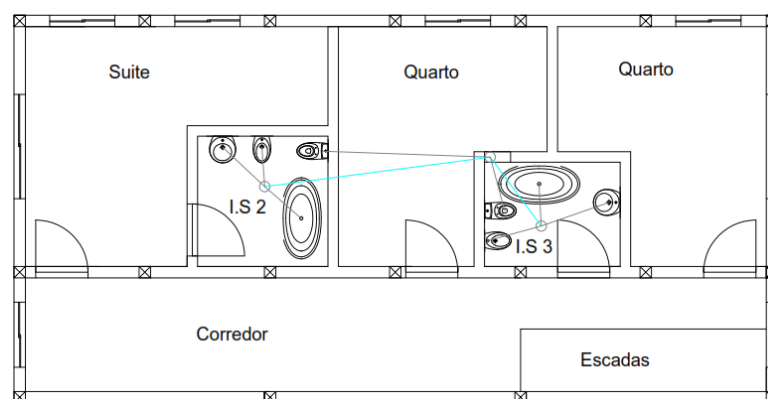
Este tubo de queda terá uma ligação a uma caixa de visita, as quais serão realizadas em betão com tampas em betão.

Os troços dos coletores andarão soterrados.

Nas figuras seguintes (Figura 91, Figura 92) são apresentadas as plantas com os troços dos ramais individuais e coletivos, coletores e caixas.



**Figura 91 Planta do sistema de drenagem da Solução 1, rés-do-chão**



**Figura 92 Planta do sistema de drenagem da Solução 1, 1º piso**

As soluções 2 e 3 expostas são semelhantes, possuindo um piso composto por uma cozinha, uma lavanderia e três instalações sanitárias.

A tubagem andarà por baixo do pavimento na maior parte dos traçados entre os espaços vazios da treliça ou mesmo abaixo desta.

Todas as tubagens de drenagem, sifões e tubos de queda serão ligados ao suporte por meio de abraçadeiras e tirantes.

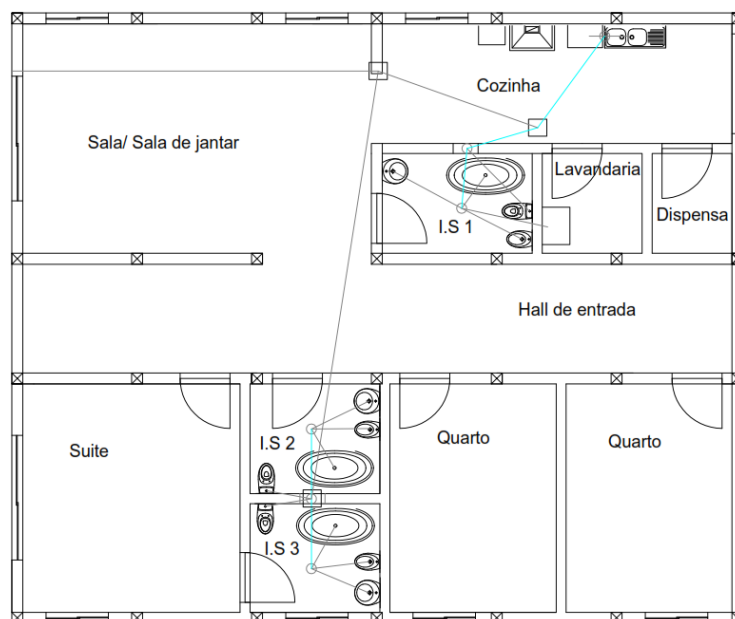
Por sua vez os dispositivos individuais serão ligados a um sifão, sendo que último este pode estar ou não ligado a um tubo de queda dependendo do traçado. A bacia de retrete terá uma ligação direta ao tubo de ventilação.

Os tubos de queda encontram-se em coretes e todos eles têm ligação direta à cobertura.

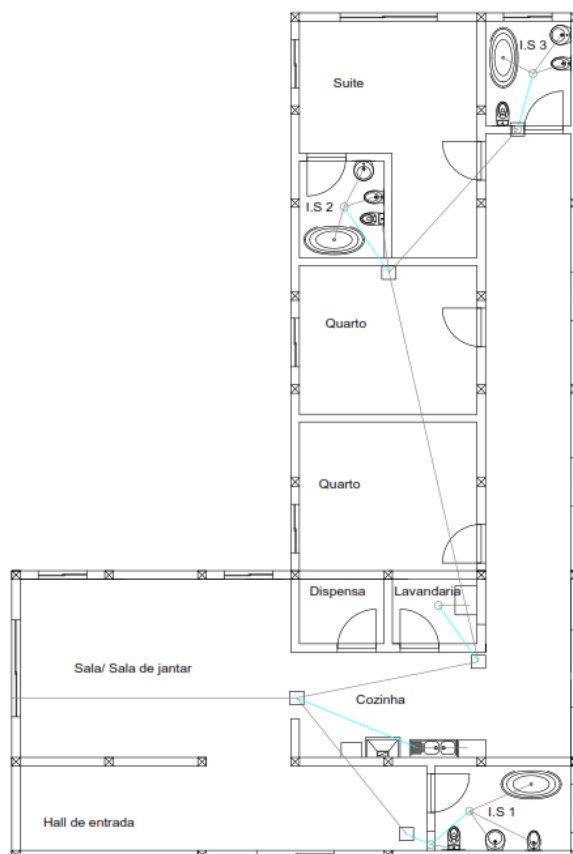
Cada tudo de queda terá ligação a uma caixa de visita, as quais serão pré-fabricadas em betão com tampas em betão.

Por último os troços dos coletores andarão soterrados.

Nas figuras (Figura 93, Figura 94) são apresentadas as plantas com os troços dos ramais individuais e coletivos, coletores e caixas.



**Figura 93 Planta do sistema de drenagem da Solução 2**



**Figura 94 Planta do sistema de drenagem da Solução 3**

### Materiais

Todo o sistema de drenagem é feito em PVC.

As caixas de visita serão pré-fabricadas em betão com tampas em betão.

### Dimensionamento

O dimensionamento dos ramais de descarga individuais teve por base a Tabela 83 que é apresentada no anexo XVI do Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais [69]. Em que foram então adotados os diâmetros aí referidos para cada dispositivo individual.

**Tabela 83 Caudais e diâmetros dos ramais de descarga individuais e sifões [69]**

Aparelho	Caudal de descarga (l/min)	Ramal de descarga (mm)	Sifão	
			Diâmetro mínimo (mm)	Fecho hídrico (mm)
Bacia de retrete	90	90	-	
Banheira	60	40	30	
Bidé	30	40	30	
Chuveiro	30	40	30	
Lavatório	30	40	30	
Máquina de lavar louça	60	50	40	50
Máquina de lavar roupa	60	50	40	
Mictório de espaldar	90	75	60	
Mictório de suspenso	60	50	*	
Pia lava louça	30	50	40	
Tanque	60	50	30	
Máquinas industriais e outros aparelhos não especificados.	Em conformidade com as indicações do fabricante			

\* Sifão incorporado no próprio aparelho.

Os ramais de descarga coletivos foram dimensionados a partir da fórmula de Manning-Strickler (5,6) [23], dependendo da distância do trajeto entre o sifão e o tubo de ventilação primária pode ter que se utilizar a fórmula para a secção cheia ou não.

Para secção cheia:

$$D = \frac{Q_{\text{acum}}^{\frac{3}{8}}}{0,6459 \times K^{\frac{3}{8}} \times i^{\frac{3}{16}}} \quad (5)$$

Para meia secção:

$$D = \frac{Q_{\text{acum}}^{\frac{3}{8}}}{0,4980 \times K^{\frac{3}{8}} \times i^{\frac{3}{16}}} \quad (6)$$

Em que:

D- Diâmetro (m)

$Q_{\text{acum}}$ - Caudal acumulado ( $\text{m}^3/\text{s}$ )

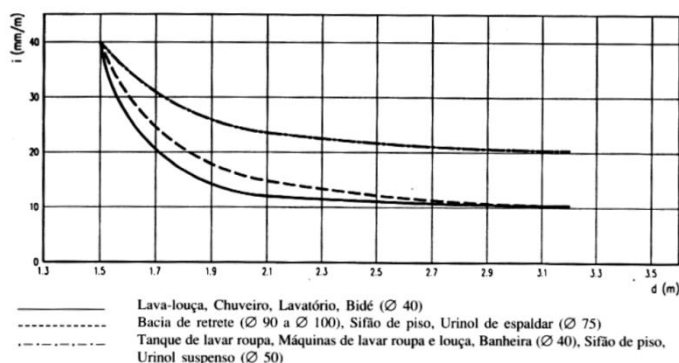
K- coeficiente de rugosidade ( $\text{m}^{(1/3)}/\text{s}^{-1}$ )

i- inclinação (m/m)

O caudal acumulado é a soma de todos os caudais dos ramais individuais que confluem no sifão.

Quanto à inclinação deverá situar-se no intervalo de 1 a 4% e por questões de comodidade deverá sempre que possível rondar os 2% [23]. Neste caso a inclinação considerada foi a mínima regulamentar 10 mm/m.

As distâncias máximas entre o sifão e a coluna de ventilação para secções de escoamentos de secção cheia podem ser observadas no anexo XVI do Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais [69]. No entanto, por questões de resolução de imagem foi consultada também pelo Manual dos Sistemas Prediais de Distribuição e Drenagem de Águas [63].



**Figura 95 Distâncias máximas entre os sifões e as secções ventiladas para escoamento e secção cheia [63]**

### Tubos de queda

Os tubos de queda são determinados a partir da seguinte equação (7) [23]:

$$D_{tq} = 4,4205 \times Q_{acum}^{\frac{3}{8}} \times ts^{-\frac{5}{8}} \quad (7)$$

Em que:

$D_{tq}$  - Diâmetro do tubo de queda (mm)

$Q_{acum}$  - Caudal acumulado (l/min)

$Ts$  - taxa de ocupação

A taxa de ocupação varia conforme o diâmetro do tubo de queda, que neste caso varia entre 1/4 e 1/7.

Por sua vez, o diâmetro dos tubos de queda não deve ser inferior ao maior dos diâmetros dos ramais que para ele confluem, com um mínimo de 50 mm.

O caudal acumulado é a soma de todos os caudais que confluem no tubo de queda.

Por ultimo o tubo de queda recebe ambas as águas seja as de sabão como as negras.

### Coletores

O diâmetro dos coletores não deve ser inferior ao maior dos diâmetros das canalizações que para ele confluem tendo um mínimo de 100mm.



Os coletores foram dimensionados pela fórmula de Manning Strickler (6), para meia secção, com uma inclinação de 20mm/m.

### Orçamentação

Em todas as soluções foram utilizados os valores apresentados no programa Cype na aplicação gerador de preços [55].

Os valores obtidos para os coletores foram sujeitos a uma alteração em relação ao preço que está nas Fichas de Rendimentos do LNEC [57], sendo que foi alterado o valor do preço do PVC pelo que aparece no gerador de preços [55]. As tabelas seguintes (Tabela 84, Tabela 85, Tabela 86) apresentam os orçamentos para cada solução.

Nos ramais individuais, coletivos e nos tubos de queda foram considerados insonorizados e resistentes ao fogo na obtenção do preço.

**Tabela 84 Orçamento do sistema de drenagem das águas residuais da Solução 1**

Item	Unidade	Quantidade	Preço	Preço (€)	Código	Referência
			Unitário (€/m)ou €			
Ramal individual de descarga 40 φ	m	11,00	5,74	63,14	ISD005	[55]
Ramal individual de descarga 50 φ	m	2,60	6,53	16,98	ISD005	[55]
Ramal individual de descarga 90 φ	m	6,80	11,32	67,92	ISD005	[55]
Ramal coletivo de descarga 90 φ	m	8,96	11,32	124,52	ISD005	[55]
Tubo de queda 160φ	m	6,93	34,66	240,19	ISB010	[55]
Coletores 160φ	m	12,10	31,39	380,44	IC2403	[57]
Caixas de visita	Un	2	109,06	219,20	IC2291	[57]
<b>Total:</b>				1096,65		

**Tabela 85 Orçamento do sistema de drenagem das águas residuais da Solução 2**

Item	Unidade	Quantidade	Preço	Preço (€)	Código	Referência
			Unitário (€/m)ou €			
Ramal individual de descarga 40 φ	m	10,67	5,74	61,25	ISD005	[55]
Ramal individual de descarga 50 φ	m	2,64	6,53	17,24	ISD005	[55]
Ramal individual de descarga 90 φ	m	3,96	11,32	44,83	ISD005	[55]
Ramal coletivo de descarga 90 φ	m	12,54	11,32	136,97	ISD005	[55]
Tubo de queda 90φ	m	5,25	18,99	206,80	ISB010	[55]
Tubo de queda 160φ	m	3,63	34,66	125,82	ISB010	[55]
Coletores 110φ	m	3,73	26,10	97,61	IC2403	[55];[57]
Coletores 160φ	m	18,37	31,39	576,63	IC2403	[55];[57]
Caixas de visita	Un	3	109,06	327,18	IC2291	[57]
<b>Total:</b>				1491,95		

**Tabela 86 Orçamento do sistema de drenagem das águas residuais da Solução 3**

Item	Unidade	Quantidade	Preço Unitário (€/m)ou €	Preço (€)	Código	Referência
Ramal individual de descarga 40 φ	m	11,66	5,74	66,93	ISD005	[55]
Ramal individual de descarga 50 φ	m	3,19	6,53	20,83	ISD005	[55]
Ramal individual de descarga 90 φ	m	2,75	11,32	28,64	ISD005	[55]
Ramal coletivo de descarga 90 φ	m	11,07	11,32	124,52	ISD005	[55]
Tubo de queda 90φ	m	7,92	18,99	150,40	ISB010	[55]
Coletores 110φ	m	21,49	26,10	560,89	IC2403	[55];[57]
Coletores 125φ	m	8,91	27,49	244,94	IC2403	[55];[57]
Caixas de visita	Un	5	109,06	545,3	IC2291	[57]
<b>Total:</b>				1745,73		

### 4.3.3 Projeto do sistema de drenagem de águas pluviais

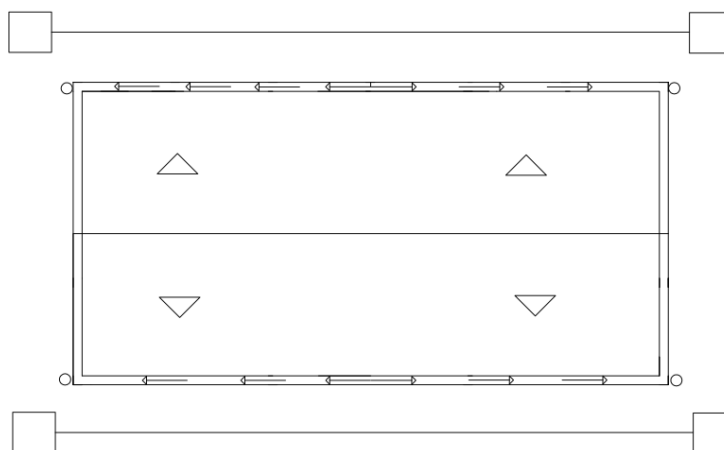
#### Descrição da arquitetura e traçado do abastecimento

Todas as soluções apresentam coberturas de duas águas, em que a cada meio vão da cobertura é aplicada uma inclinação diferente (Figura 96, Figura 97, Figura 98).

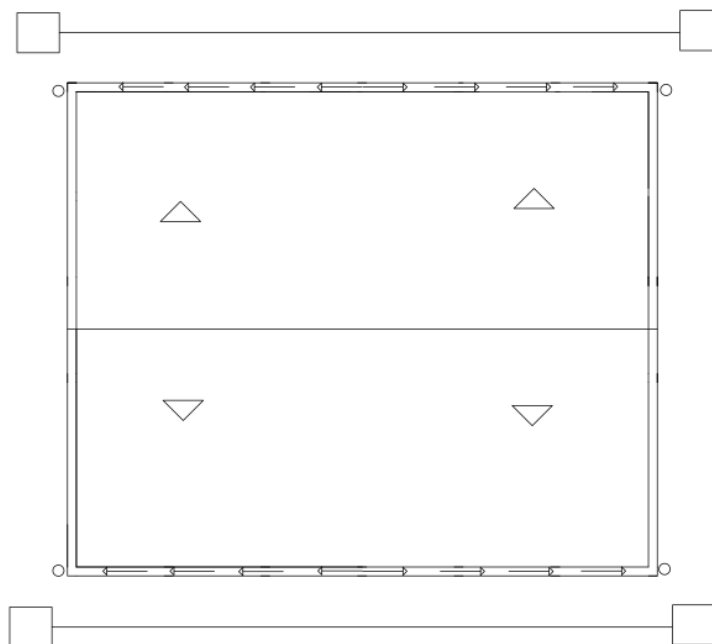
Em todas as soluções foram adotados rufos de secção retangular e nas extremidades laterais na intersecção da platibanda com o revestimento da cobertura deve ser aplicada uma chapa metálica em L para garantir a estanquidade nessas zonas. De referir também que na solução 3 existirá ainda um laroç.

À exceção de um tubo de queda na solução 3 em que por duas vezes, duas águas confluem para esse tubo, os restantes tubos nas três soluções apresentam um tubo de queda para cada trecho como pode ser observado na Figura 98.

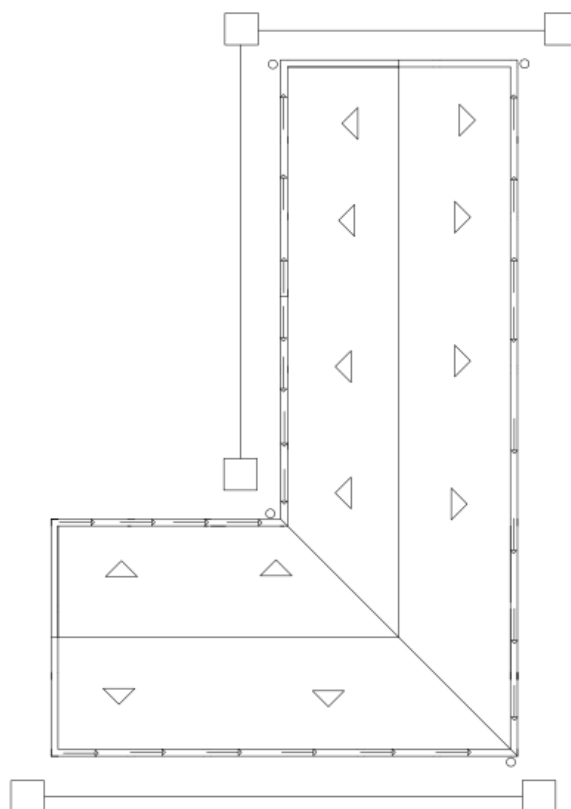
Os tubos de queda estão no exterior do edifício, sendo que cada um terá uma caixa de visita associada e estas existirão a cada mudança de direção e com um intervalo máximo entre elas de 15 metros.



**Figura 96 Planta do sistema de drenagem das águas pluviais da solução 1**



**Figura 97 Planta do sistema de drenagem das águas pluviais da solução 2**



**Figura 98 Planta do sistema de drenagem das águas pluviais da solução 3**

### Materiais

Todos os elementos da rede serão feitos em PVC, já os elementos como o laroç serão em aço galvanizado.

As caixas de visita serão feitas em betão.

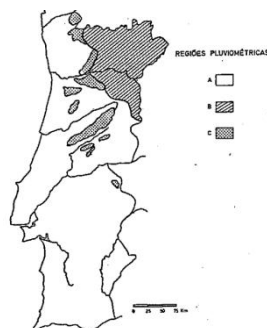
### Dimensionamento

O dimensionamento da rede de águas pluviais terá que ter em atenção as condições regulamentares e também o fator geográfico pois a determinação do caudal de cálculo depende da intensidade de precipitação e esta varia conforme a região do país.

Neste caso foi considerada a pior zona de intensidade de precipitação ou seja a zona C (Figura 99). Além disso, foi também considerado um período de retorno de 5 anos de precipitação de 5 minutos (Tabela 87). A zona C foi considerada por forma a ser válido o dimensionamento em todo o país.

O coeficiente de escoamento para coberturas em terraço ou planas impermeáveis é igual a 1[23].

O caudal de cálculo é então determinado pela expressão 8 [23].



**Figura 99 Regiões pluviométricas [66]**

**Tabela 87 Valores de precipitação para as diferentes regiões (período de retorno de 5 anos; duração da precipitação 5 minutos)[66]**

Região	Precipitação (l/min.m <sup>2</sup> )
A	1,75
B	1,40
C	2,10

$$Q_{\text{calc}} = C \times I \times A_h \quad (8)$$

Em que:

$Q_{\text{calc}}$ - Caudal de cálculo (l/min)

C- Coeficiente de escoamento

I- Intensidade de precipitação (l/min.m<sup>2</sup>)

$A_h$ - Área a drenar em projeção horizontal (m<sup>2</sup>)

No dimensionamento dos rufos trapezoidais a altura da lâmina de água tem que ser no máximo 7/10 da altura do perfil do rufo. As inclinações recomendáveis encontram-se no intervalo de 0,5 a 1 %. Na Solução 1 a inclinação adotada foi de 0,5 % enquanto na solução 2 e 3 é de 1%.

Para o dimensionamento foi comparado o  $Q_{calc}$ , com o caudal calculado através da expressão 9, para uma secção comercial de rufos trapezoidais e uma altura da lâmina de água de 7/10 da altura do perfil.

$$Q = K \times A \times R_h^{\frac{2}{3}} \times i^{0,5} \quad (9)$$

Em que:

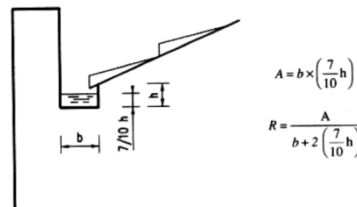
Q- Caudal ( $m^3/s$ )

A-Secção ocupada pelo fluido ( $m^2$ )

$R_h$ - Raio hidráulico (m)

i- Inclinação (m/m)

Para determinar a secção ocupada pelo fluído e o raio hidráulico foram utilizadas as expressões da Figura 100.



**Figura 100 Raio hidráulico e secção ocupada pelo fluido para secções trapezoidais [66]**

### Tubos de queda

Os tubos de queda devem de ter um diâmetro mínimo de 50 mm o qual deve ser maior que os que para ele confluem. Os tubos de queda podem ser dimensionados a partir da expressão 10 [23].

$$Q_{esc} = \left( \alpha + \beta \times \frac{H}{D} \right) \times \pi \times D_{tq} \times H \times \sqrt{2 \times g \times H} \quad (10)$$

Em que,

$Q_{esc}$ - Caudal escoado ( $m^3/s$ )

H- Carga no tubo de queda (m), a carga no tubo de queda é igual a altura da lâmina de água no rufo

$D_{tq}$ - Diâmetro interior do tubo de queda

g- Aceleração da gravidade ( $m/s^2$ )

$\alpha$ - 0,453 Para entrada em aresta viva no tubo de queda

$\beta$ - 0,350

### Coletores

O diâmetro dos coletores não deve ser inferior ao maior dos diâmetros das canalizações que para ele confluem devendo também ter um valor mínimo de 100mm.

Os coletores foram dimensionados pela fórmula de Manning Strickler (5) [23], para secção cheia, com uma inclinação de 10mm/m para a solução 1 e 2 e com uma inclinação de 20 mm/m para a solução 3.

### Orçamentação

Foram utilizados os valores apresentados no programa Cype na aplicação gerador de preços[55] e os valores das fichas de rendimento do LNEC [57]. O preço do laroç foi estabelecido, considerando o trabalho e remates da ficha de rendimento QTA010 com o elemento metálico de 1000 milímetros de desenvolvimento que compõe o laroç da ficha QRL010. Tendo em conta a inexistência de outros preços de trabalhos foi considerado este preço para outros remates como por exemplo a linha de cumeeira, o encontro lateral entre o revestimento exterior e a platibanda. Todos estes trabalhos foram medidos no trabalho designado Laroç. O valor do preço é o mesmo que no ponto 4.2.2.

Todas as distâncias foram majoradas por um fator de 1,1. Nas tabelas seguintes (Tabela 88,Tabela 89 e Tabela 90) são apresentados os orçamentos de cada solução.

**Tabela 88 Orçamento do sistema de drenagem de águas pluviais da solução 1**

Item	Unidade	Quantidade	Preço Unitário (€/m)ou €	Preço (€)	Código	Referência
Rufo de secção trapezoidal	m	32,21	18,62	599,75	ISC010	[55]
Tubo de queda 50φ	m	26,40	11,68	308,35	ISB011	[55]
Laroç	m	33,70	16,31	549,65	QRL010	[55]
Coletores 110φ	m	34,30	26,10	895,23	IC2403	[57]
Caixas de visita	Un	4	109,06	436,24	IC2291	[57]
<b>Total:</b>				2789,22		

**Tabela 89 Orçamento do sistema de drenagem de águas pluviais da solução 2**

Item	Unidade	Quantidade	Preço Unitário (€/m)ou €	Preço (€)	Código	Referência
Rufo de secção trapezoidal	m	32,21	18,62	599,75	ISC010	[55]
Tubo de queda 50φ	m	13,20	11,68	154,18	ISB011	[55]
Laroç	m	41,82	16,31	682,08	QRL010	[55]
Coletores 110φ	m	33,86	26,10	883,75	IC2403	[57]
Caixas de visita	Un	4	109,06	436,24	IC2291	[57]
<b>Total:</b>				2756,00		

**Tabela 90 Orçamento do sistema de drenagem de águas pluviais da solução 3**

Item	Unidade	Quantidade	Preço Unitário (€/m)ou €	Preço (€)	Código	Referência
Rufo de secção trapezoidal	m	66,09	18,62	63,14	ISC010	[55]
Tubo de queda 50φ	m	13,20	11,68	154,18	ISB011	[55]
Laroç	m	47,34	16,31	772,12	QRL010	[55]
Coletores 110φ	m	40,65	26,10	1060,97	IC2403	[57]
Caixas de visita	Un	5	109,06	545,30	IC2291	[57]
<b>Total:</b>				2595,71		

#### 4.3.4 Projeto térmico

Este ponto tem como objetivo efetuar a verificação do coeficiente de transmissão térmica para a envolvente opaca, cobertura e pavimento. Será feita também a verificação da ocorrência de condensações superficiais internas nas paredes e tetos, nas zonas secas e húmidas.

##### Verificação do coeficiente de transmissão térmica (U)

Como pode ser observado na Tabela 1,

Tabela 2, Tabela 3 nas Exigências de conforto Térmico e Higrotérmico, foram propostos alguns valores para o coeficiente de transmissão térmica, em que foi considerado como valor máximo os valores de referência.

Os coeficientes de transmissão considerados são então os seguintes: para paredes  $U=0,50 \text{ W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$  e para cobertura, pavimentos  $U= 0,40 \text{ W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$  [18].

Segundo o regulamento das características de comportamento térmico dos edifícios (RCCTE) [18], nas zonas opacas não correntes da envolvente incluindo zonas de ponte térmica plana, caixas de estore, não se pode ter um valor de U superior ao dobro do valor calculado para a zona corrente.

O coeficiente de transmissão térmica é então calculado pela expressão 11 [18].

$$U = \frac{1}{R_{se} + \sum_j R_j + R_{si}} \quad (11)$$

Em que,

U- Coeficiente de transmissão térmica ( $\text{W/m}^2\cdot^\circ\text{C}$ )

$R_j$ - Resistência térmica do elemento ( $\text{m}^2\cdot^\circ\text{C/W}$ )

$R_{se} + R_{si}$ - Resistência térmica interior e exterior ( $\text{m}^2\cdot^\circ\text{C/W}$ )

Como já foi apresentado em 4.2 os materiais utilizados em cada uma das componentes são os seguintes:

Paredes: Hairisol 1025 M, Kronopoly OSB 4 Sanded, Steico Flex, PN 100, Gyptec Standard ou Hidrofuga.

Cobertura: Hairisol 100C, Kronopoly OSB 3, G 70, Gyptec Standard ou Hidrofuga.

Pavimento: Kronopoly Kompaktholz t+g, Floormate 200-A, UnderFloor, Marmoleum Click ou Svinyl.

No cálculo do U da parede na zona corrente não foi considerado o painel de revestimento exterior pois a caixa-de-ar existente vai ser fortemente ventilada para evitar condensações internas na parede.

A ventilação do espaço será feita através de aberturas que devem de ser protegidas por grelhas metálicas para evitar a intrusão de animais. Esta não é dimensionada neste trabalho, mas deve ser suficientemente ampla para que a corrente de ar seja a necessária.

A entrada de ar pode ser feita tanto por grelhas colocadas nas paredes exteriores, como por uma diferença entre o perfil de arranque e o terreno.

Também por forma a evitar que existam pontes térmicas planas e condensações interiores na parede em zona não corrente foi colocado isolamento na parte de fora dos pilares.

No cálculo do U da cobertura foi considerada uma altura uniforme entre o revestimento exterior e o painel OSB. Além disso, foi considerado que existe uma fraca ventilação nesse espaço de ar o que significa que a resistência do ar nesse trecho é dividida por dois. Como foi referido anteriormente para evitar a existência de pontes térmicas planas foi utilizado painéis sandwich pelo exterior revestindo na totalidade a envolvente exterior tanto na parede como na cobertura. Assim é evitada a transferência direta de calor entre o exterior e o interior bem como fenómenos de condensação interna, também referidos anteriormente.

No cálculo do U no pavimento não foi considerado o valor da resistência térmica do revestimento do pavimento. Como o espaço entre a laje de piso e o terreno vai sofrer ventilação é considerado o valor normal de R se.

#### Verificação da ocorrência de condensação interna

O valor da temperatura superficial do revestimento interno pode ser calculado a partir da expressão do fluxo 12 [14].

Foi considerada uma temperatura exterior de -10 °C e interior de 18 °C. A área e o intervalo de tempo foram considerados iguais a 1. O coeficiente U é o calculado aquando da verificação da transmissão térmica.

$$Q_f = U \times A_p \times \Delta_\theta \times \Delta_t \quad (12)$$

Em que,

$Q_f$ - Fluxo (W)

U- Coeficiente de transmissão térmica (W/m<sup>2</sup>.°C)

$A_p$ - Área de parede (m<sup>2</sup>)

$\Delta_\theta$ - Diferença de temperatura (°C)

$\Delta_t$ - Intervalo de tempo

Utilizando a mesma equação anterior e considerando na mesma  $A=1$  e  $\Delta_t= 1$ , foi calculada a temperatura de cada mudança de elemento substituindo o U pela resistência térmica do elemento (R). Ficando então assim a expressão (13)[14]:



$$Q = \frac{1}{R} \times (\theta_2 - \theta_1) \quad (13)$$

Onde a temperatura  $\theta_2$ , é aquela a ser determinada em cada face de cada elemento construtivo.

A temperatura obtida para a face do revestimento é então comparada com a temperatura de orvalho que foi determinada no diagrama psicrométrico (Figura 101) para uma temperatura interior de 18 °C e uma humidade relativa de 80%.

A verificação realizada foi a seguinte: se a temperatura de orvalho for inferior à temperatura calculada não existe condensação, como foi o verificado em todos os elementos.

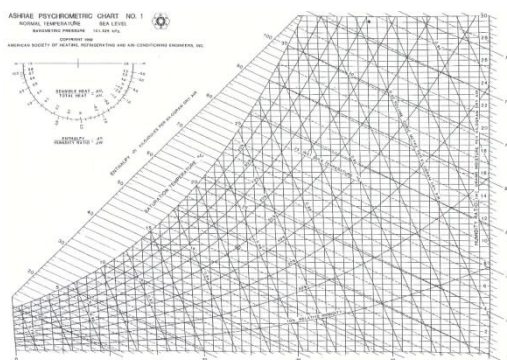


Figura 101 Diagrama psicrométrico[14]

## Orçamentação

Os preços aqui discriminados encontram-se justificados no capítulo 3.

Nas seguintes tabelas (Tabela 91, Tabela 92, Tabela 93), são apresentados os orçamentos das paredes, coberturas e pavimentos para cada solução.

Tabela 91 Orçamento da composição da parede, cobertura e pavimento da solução 1

Item	Unidade	Quantidade	Preço Unitário (€/m²)	Preço (€)	Código	Referência
Hairsol 1025 M	m²	249,06	36,21	9018,46	FLM010	[55];[33]
Kronopoly OSB 4 Sanded	m²	193,05	8,06	1555,98	IC491	[57];[53]
Steico Flex	m²	193,05	13,78	2660,23	12.02.01	[40];[56]
Steico Flex	m²	23,56	8,14	191,78	12.02.01	[40];[56]
PN 100	m²	193,05	6,95	1341,70	12.02.01	[59];[56]
Gypotec Standard/ Hidrofuga	m²	193,05	10,96	2115,83	16.03.01	[56];[43]
		Parede	<b>Total:</b>	16883,98		
Hairsol 1000 C	m²	109,06	26,57	2897,72	QTA	[44];[55]
Kronopoly OSB 3	m²	99,40	16,84	1673,90	IC925	[57];[53]
Kronopoly OSB 3	m²	99,40	10,43	1673,90	IC925	[57];[53]
G 70	m²	179,45	11,26	2020,61	12.04.01	[59];[56]
Gypotec Standard	m²	162,00	18,73	3034,26	RTC016	[43];[55]
Gypotec Hidrofuga	m²	17,45	18,73	326,84	RTC016	[43];[55]
		Cobertura	<b>Total:</b>	10990,07		
Kronoply Kompaktholz t+g	m²	222,28	16,84	3743,20	IC925	[57];[53]

Floormate 200-A	m <sup>2</sup>	198,88	9,32	1853,56	12.03.01	[58];[56]
UnderFloor	m <sup>2</sup>	198,88	3,20	636,41	12.03.01	[40];[56]
Marmoleum Click	m <sup>2</sup>	162,00	42,95	6957,90	RSL010	[52];[55]
Svinyl	m <sup>2</sup>	17,45	51,60	900,42	RSL010	[52];[55]
Pavimento			<b>Total:</b>	14091,49		

**Tabela 92 Orçamento da composição da parede, cobertura e pavimento da solução 2**

Item	Unidade	Quantidade	Preço Unitário (€/m <sup>2</sup> )	Preço (€)	Código	Referência
Hairsol 1025 M	m <sup>2</sup>	178,73	36,21	6471,81	FLM010	[55];[33]
Kronopoly OSB 4 Sanded	m <sup>2</sup>	114,35	8,06	921,66	IC491	[57];[53]
Steico Flex	m <sup>2</sup>	114,35	13,78	1575,74	12.02.01	[40];[56]
Steico Flex	m <sup>2</sup>	18,15	8,14	147,74	12.02.01	[40];[56]
PN 100	m <sup>2</sup>	114,35	6,95	794,73	12.02.01	[59];[56]
Gyptec Standard/ Hidrofuga	m <sup>2</sup>	114,35	10,96	1253,28	16.03.01	[56];[43]
Parede			<b>Total:</b>	11164,97		
Hairisol 1000 C	m <sup>2</sup>	179,40	26,57	4066,66	QTA	[44];[55]
Kronopoly OSB 3	m <sup>2</sup>	157,56	16,84	2653,31	IC925	[57];[53]
Kronopoly OSB 3	m <sup>2</sup>	157,56	10,43	2653,31	IC925	[57];[53]
G 70	m <sup>2</sup>	145,84	11,26	1743,50	12.04.01	[59];[56]
Gyptec Standard	m <sup>2</sup>	137,45	18,73	2574,44	RTC016	[43];[55]
Gyptec Hidrofuga	m <sup>2</sup>	17,39	18,73	325,71	RTC016	[43];[55]
Cobertura			<b>Total:</b>	13706,97		
Kronoply Kompaktholz t+g	m <sup>2</sup>	181,89	16,84	3063,03	IC925	[57];[53]
Floormate 200-A	m <sup>2</sup>	157,56	9,32	1468,46	12.03.01	[58];[56]
UnderFloor	m <sup>2</sup>	157,56	3,20	504,19	12.03.01	[40];[56]
Marmoleum Click	m <sup>2</sup>	137,45	42,95	5903,48	RSL010	[52];[55]
Svinyl	m <sup>2</sup>	17,39	51,60	897,32	RSL010	[52];[55]
Pavimento			<b>Total:</b>	11836,48		

**Tabela 93 Orçamento da composição da parede, cobertura e pavimento da solução 3**

Item	Unidade	Quantidade	Preço Unitário (€/m <sup>2</sup> )	Preço (€)	Código	Referência
Hairsol 1025 M	m <sup>2</sup>	209,78	36,21	7348,82	FLM010	[55];[33]
Kronopoly OSB 4 Sanded	m <sup>2</sup>	158,75	8,06	1279,53	IC491	[57];[53]
Steico Flex	m <sup>2</sup>	158,75	13,78	2187,58	12.02.01	[40];[56]
Steico Flex	m <sup>2</sup>	17,42	8,14	141,80	12.02.01	[40];[56]
PN 100	m <sup>2</sup>	158,75	6,95	1103,31	12.02.01	[59];[56]
Gyptec Standard/ Hidrofuga	m <sup>2</sup>	158,75	10,96	1739,90	16.03.01	[56];[43]
Parede			<b>Total:</b>	13800,93		
Hairisol 1000 C	m <sup>2</sup>	233,01	26,57	6191,08	QTA	[44];[55]
Kronopoly OSB 3	m <sup>2</sup>	200,97	16,84	3384,33	IC925	[57];[53]
Kronopoly OSB 3	m <sup>2</sup>	200,97	10,43	3384,33	IC925	[57];[53]
G 70	m <sup>2</sup>	187,46	11,26	2110,80	12.04.01	[59];[56]
Gyptec Standard	m <sup>2</sup>	168,41	18,73	3154,32	RTC016	[43];[55]
Gyptec Hidrofuga	m <sup>2</sup>	19,05	18,73	326,81	RTC016	[43];[55]
Cobertura			<b>Total:</b>	17293,45		
Kronoply Kompaktholz t+g	m <sup>2</sup>	220,76	16,84	3717,60	IC925	[57];[53]
Floormate 200-A	m <sup>2</sup>	200,97	9,32	1873,04	12.03.01	[58];[56]

UnderFloor	m <sup>2</sup>	200,97	3,20	643,10	12.03.01	[40];[56]
Marmoleum Click	m <sup>2</sup>	168,41	42,95	7233,21	RSL010	[52];[55]
Svinyl	m <sup>2</sup>	19,05	51,60	982,98	RSL010	[52];[55]
		Pavimento	<b>Total:</b>	14449,93		

#### 4.3.5 Projeto acústico

Neste trabalho foi apenas considerada a transmissão sonora aérea direta. Não será feita a análise de sons de precursor.

Os elementos em estudo foram as paredes e a cobertura, como as suas tipologias são iguais para as três soluções é apresentado apenas uma verificação.

O valor mínimo de resistência sonora que cada elemento deve ter foi exposto nos pontos 2.1 e 2.2.

O valor mínimo da resistência sonora considerado para paredes foi de 33 dB (zona mista) e para as coberturas foi também de 33 dB (zona mista) [24].

Para a determinação do valor de resistência sonora ( $R_w$ ) foi elaborado um gráfico tendo por base a lei da massa, com a lei da frequência [14] e curva convencional de referência (NP-2073) [14].

Para traçar a lei da massa foi calculado o ponto  $R_{500\text{ Hz}}$ , pela expressão 14 [14] para uma massa inferior a  $200\text{ Kg/m}^2$ .

$$R_{500\text{ Hz}} = 13,3 \times \log m + 13,4 + \text{Dif} \quad (14)$$

m- Massa global do elemento construtivo

Dif- 4 dB (valor para paredes de alvenaria corrente com caixa de ar pequena de 2 a 4 cm)

O valor do Dif não é o ideal para este tipo de trabalho mas foi considerado visto ter uma caixa-de-ar. Logo por si só este valor irá condicionar o valor de resistência sonora final.

Para o traçado da lei da massa por este ser um elemento duplo a inclinação da reta é de 6 dB/oit

No traçado da lei da frequência foi calculada a frequência de cada elemento a frequência própria (15)[14], a frequência crítica conjunto (16) [14] e a frequência da caixa-de-ar (17) [14]. Assim sendo, a constituição tanto das paredes como das coberturas foi efetuada em 4.2.2.

Devido aos materiais escolhidos verificou-se a necessidade de realizar algumas aproximações nos valores das frequências pois esses materiais não se encontram presentes na lista apresentada na Figura 102. As aproximações feitas foram as seguintes: nos painéis de lã de

rocha foi considerada uma frequência igual à da cortiça, nos painéis OSB foi considerada uma frequência igual à média da frequência da madeira e por ultimo a frequência do flex foi considerada ser a menor frequência da madeira.

$$f_{própria} = \frac{f_{elemento}}{d_{elem}} \quad (15)$$

$$f_{ressonancia} = 840 \times \sqrt{\frac{1}{d} \times \left( \sum_i \frac{1}{m_i} \right)} \quad (16)$$

$$f_k = k \times \frac{c}{2 \times d} \quad (17)$$

Em que,

$f_{própria}$ ,  $f_{ressonancia}$ ,  $f_k$ - dB

m- massa do elemento (kg/m<sup>2</sup>)

$d_{elem}$ - espessura do elemento (cm), em  $f_k$  (m)

k- numero de ciclos (k=1,2,3,4...)

c- velocidade do som (340 m/s<sup>-1</sup>)

A cada frequência calculada existe um decaimento associado (Figura 102), no caso da frequência crítica do conjunto foi adotado o maior desses decaimentos, e na caixa-de-ar foi considerado um decaimento de 2dB.

Material	Quebra por efeito de coincidência (dB)	Frequência crítica para 1 cm de espessura (Hz)
Borracha	4	85000
Cortiça	4	18000
Poliestireno expandido	5	14000
Madeira	6	6000 a 18000
Chumbo	5	8000
Gesso	7	4000
Tijolo maciço	9	2500 a 5000
Tijolo furado	9	2000
Betão	8	1800
Alumínio	10	1300
Vidro	10	1200
Aço	10	1000

**Figura 102** Frequências críticas e quebras associadas para diferentes elementos [14]

A cada ponto corresponde uma inclinação positiva de 10 dB/oit até intersectar com a reta da lei da massa, após esse ponto de intersecção passa a ter 8 dB/oit. A cada ponto também corresponde uma reta com declive de 2/3 para a esquerda do ponto [14].

O traçado da linha da lei da frequência foi elaborado a partir da intersecção das linhas mínimas, ou seja as de frequência mais baixa por forma a todas as outras ficarem acima desta. No traçado da curva convencional de referência (NP-2073) [14], foi tido em conta em conta os seus limites máximos, sendo eles: o maior das diferenças negativas entre a curva (NP-

2073) e a lei da frequência tem que ser menor que 8 dB; o somatório a cada oitava das diferenças negativas entre a curva (NP-2073) e a lei da frequência ao as dividir por 6, tem que estar no intervalo de 1 até 2.

Para a curva (NP-2073) ajustada foi obtido o valor  $R_w$  para a frequência de 500 Hz.

De referir também que todas as tubagens interiores são insonorizadas.

#### 4.3.6 Projeto de segurança contra incêndio

Neste ponto é feita a verificação da reação ao fogo dos materiais de revestimento apresentados em 4.2.4.

Como foi referido também em 4.2.4 devido a todas as soluções possuírem o mesmo tipo de revestimento é apresentada uma explicação que abrange todas.

Este tipo de edificado tem uma utilização tipo I, que corresponde à utilização tipo de uma habitação [16].

É considerado ser um local de risco A, visto o efetivo total não exceder as 100 pessoas, o efetivo público não exceder as 50 pessoas, mais de 90% dos ocupantes não se encontrarem limitados na capacidade de mobilidade nem na perceção e reação a um alarme e que as atividades exercidas ou produtos, materiais e equipamentos que contenham não envolverem riscos agravados de incendio [16].

Para a determinação da categoria de risco foi utilizada a Figura 103 para determinar quais as condicionantes a ter em conta em relação à utilização tipo I.

Utilização- tipo	I Hab.	II Estac.	III Adm.	IV Esc.	V Hosp.	VI Esp.	VII Hotel.	VIII Com.	IX Desp.	X Mus.	XI Bib.	XII Ind.
Altura	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Área bruta		x										
Saída directa ao exterior – locais D, E				x	x		x					
Coberto / ar livre		x				x			x			x
Efectivo total			x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Efectivo locais D, E				x	x		x					
N.º pisos abaixo plano de referência	x	x				x		x	x		x	x
Carga de incêndio											x	
Densidade de carga de incêndio												x

**Figura 103 Tabela resumo das condicionantes a ter em conta para a determinação da categoria de risco em função da utilização tipo [14]**

A determinação da categoria de risco para a utilização depende da altura, como pode ser observado na Figura 104, visto que não existe nenhum piso abaixo do nível de referência e como a altura é inferior a 9 metros a categoria de risco para todas as soluções é a categoria de risco 1.

Categoria	Critérios referentes à UT I	
	Altura da UT I	Número de pisos ocupados pela UT I abaixo do plano de referência
1. <sup>a</sup>	≤ 9 m	≤ 1
2. <sup>a</sup>	≤ 28 m	≤ 3
3. <sup>a</sup>	≤ 50 m	≤ 5
4. <sup>a</sup>	> 50 m	> 5

**Figura 104 Categorias de risco da utilização tipo I [14]**

Ao abrigo de ser uma utilização tipo e ao mesmo tempo ter uma categoria de risco 1, estão isentos de limites na reação dos materiais ao fogo, sendo apenas necessário o preenchimento de uma ficha de segurança contra incêndio.

Esta ficha pode ser vista em Anexo no qual é feito também um preenchimento tipo para estas soluções.

É ainda pertinente referir também que todas as tubagens interiores têm proteção contra o fogo.

#### 4.3.7 Projeto da rede de gás

##### Descrição da arquitetura e traçado do abastecimento

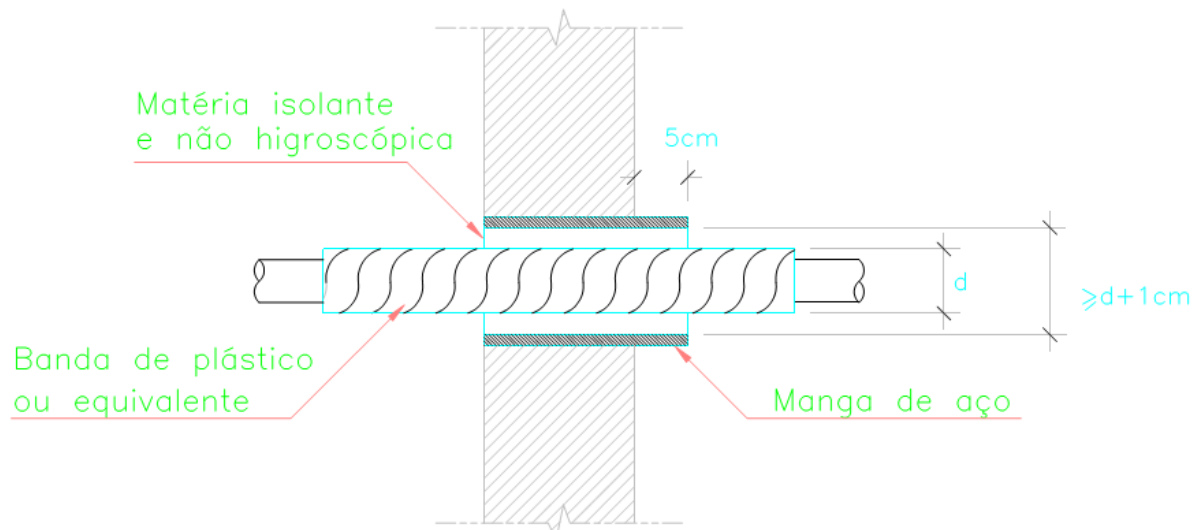
Todas as soluções têm a cozinha no rés-do-chão por essa razão, os dois dispositivos necessitam de abastecimento de gás encontram-se nesta divisão sendo estes o esquentador e o fogão.

Relativamente ao traçado de ligação à rede pública neste caso foi considerado num troço reto por simplicidade.

O grau de acessibilidade aos diferentes dispositivos como por exemplo as válvulas de corte individuais faz-se sem a necessidade de utilização de meios mecânicos especiais ou escadas, sendo o grau de acessibilidade 1 [70].

A pressão máxima neste ponto não foi abordada mas entre o redutor de segurança e os aparelhos a gás, ou no caso de instalações alimentadas em baixa pressão, entre o dispositivo de corte geral ao edifício e os aparelhos a gás deve ser de 50 mbar. E nas instalações em baixa pressão devem de ter em conta o efeito da altura na pressão de alimentação dos aparelhos a gás [70].

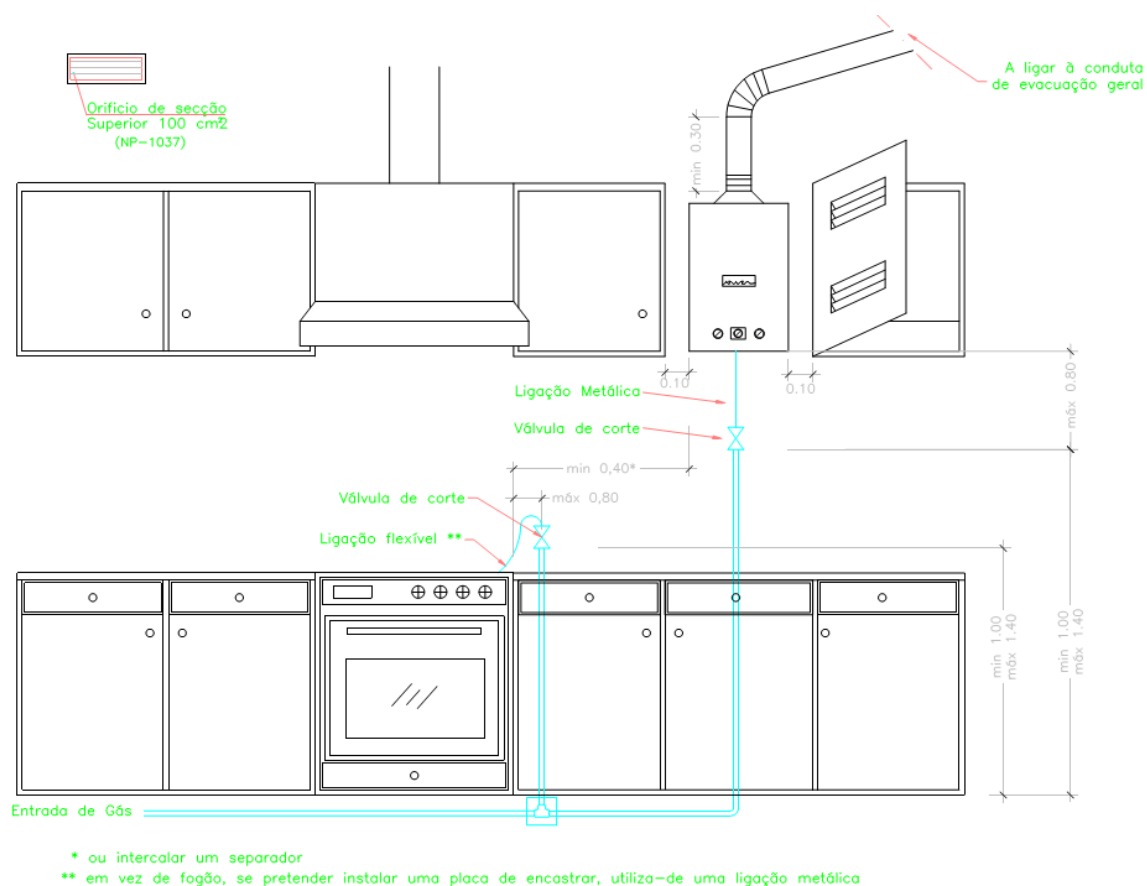
A tubagem enterrada quando penetra no edifício, através das suas paredes ou fundações no subsolo, o espaço anelar entre a tubagem e a parede deve ser obturado de modo estanque (Figura 105) [70].



**Figura 105 Pormenor da entrada da tubagem [71]**

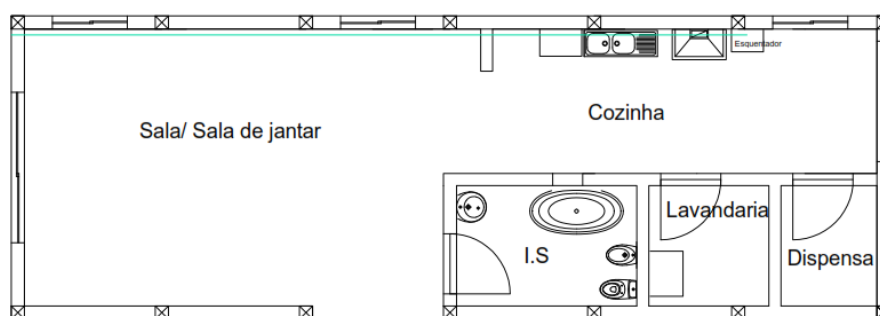
Outras restrições no que se teve em especial atenção aquando do traçado das tubagens de gás são as seguintes [70],[72]:

- As tubagens não devem atravessar:
  - Conduatas de lixos domésticos e alvéolos sanitários;
  - Conduatas diversas, nomeadamente de eletricidade, água, telefone e correio
  - Compartimentos de equipamentos elétricos, não ventilados, destinados a dormitórios
- As distâncias mínimas entre tubagens de gás e outras devem ser de 3 cm em percursos paralelos ou de 2 cm os cruzamentos.
- As ligações das tubagens devem ser perfeitamente estanques e as tubagens devem de ter uma inclinação de 0,1% no sentido do ramal de alimentação
- No interior do fogo pode ser instalado um dispositivo de corte imediatamente a seguir à entrada da tubagem e os aparelhos de corte individuais devem ficar situados entre 1 a 1,4 metros do nível do pavimento em local de acessibilidade do grau 1 (Figura 106).
- As tubagens devem preferencialmente conduzir o gás até a uma distância igual ou inferior a 0,8 metros do local destinado à montagem do aparelho a gás (Figura 106).

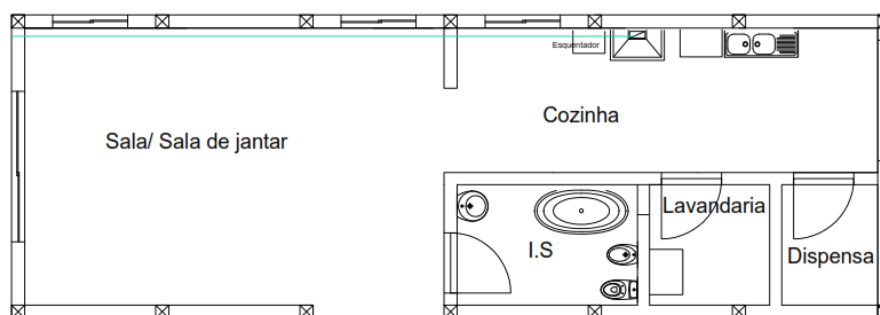


**Figura 106 Exemplo de instalação interior de gás com as válvulas de corte individuais [71]**

Nas seguintes figuras (Figura 107, Figura 108, Figura 109) podem ser observadas as plantas das ligações para as diferentes soluções.

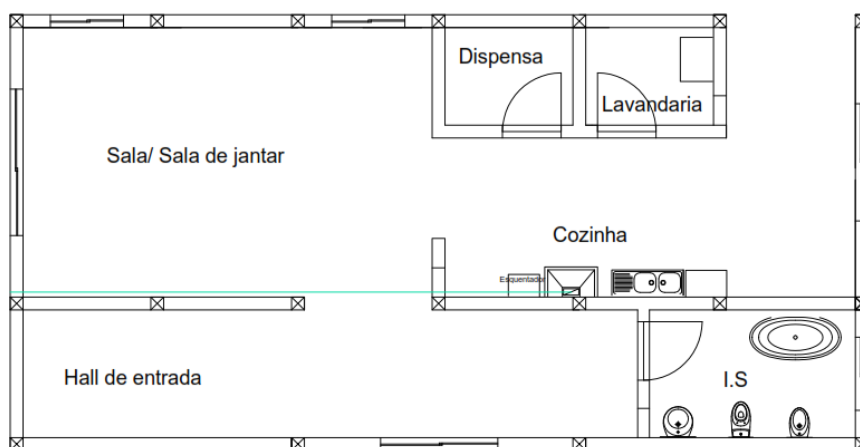


**Figura 107 Planta da rede interior de abastecimento de gás da solução 1**



**Figura 108 Planta da rede interior de abastecimento de gás da solução 2**





**Figura 109 Planta da rede interior de abastecimento de gás da solução 3**

### Materiais

Toda a tubagem é em cobre que cumpra a NP EN-1057 ou outra tecnicamente equivalente, sendo ainda revestido com um tubo plástico [72].

### Dimensionamento

O dimensionamento das tubagens foi elaborado a partir da equação 18 [70].

$$C = 0,018 \times W \times \sqrt{\frac{D_t^5}{1 + \frac{9,15}{D_t} + 0,0118 \times D_t} \times \frac{H_{h2o}}{L}} \quad (18)$$

Em que:

C- Consumo ou soma das potências nominais dos aparelhos de utilização abastecidos pelo trecho da rede

W- índice de woobe,  $W = \frac{9000}{\sqrt{0,6}}$ , sendo o valor 0,6 (adimensional) a densidade do gás de referência e o 9000 (Kcal/m<sup>3</sup>) é o poder calorífico do gás de referência

H<sub>h2o</sub>- perda de carga máxima admitida em mm H<sub>2</sub>O

L- comprimento da tubagem (m)

D<sub>t</sub>-Diâmetro (cm)

A perda de carga máxima (H) para toda a rede interna é 15 mm de H<sub>2</sub>O [72]. No cálculo do diâmetro foi então considerado uma perda de 5 mm por cada trecho (são 3 trechos de tubagem).

O diâmetro foi determinado substituindo o valor do diâmetro por um diâmetro comercial até que o valor do consumo fosse menor ao resultado da expressão. O valor do consumo é obtido através da Tabela 94.

**Tabela 94 Potencias nominais dos aparelhos de utilização [72]**

<b>Aparelho de Utilização</b>	<b>Modelos Residenciais (Kcal/min)</b>	<b>Modelos Comerciais (Kcal/min)</b>
Aquecedor de água	380	-
Fogão	35 (cada queimador)	120 (cada queimador)
Forno de fogão	45	120
Forno de parede	80	-
Banho-maria	-	120
Chapa	-	120
Secadora	100	-

### Orçamentação

Em todas as soluções foram utilizados os valores apresentados no programa Cype na aplicação gerador de preços [55].

Para a obtenção do preço foram usados os comprimentos e diâmetros utilizados no dimensionamento.

Nas tabelas seguintes (Tabela 95, Tabela 96, Tabela 97) são apresentados os preços das instalações interiores de gás em habitações unifamiliares.

**Tabela 95 Orçamento da instalação interior de gás da solução 1**

<b>Item</b>	<b>Unidade</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Preço Unitário €</b>	<b>Preço (€)</b>	<b>Código</b>	<b>Referência</b>
Instalação interior de gás em habitação unifamiliar	Un	1	261,04	261,04	IGI015	[55]
<b>Total:</b>				261,04		

**Tabela 96 Orçamento da instalação interior de gás da solução 2**

<b>Item</b>	<b>Unidade</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Preço Unitário €</b>	<b>Preço (€)</b>	<b>Código</b>	<b>Referência</b>
Instalação interior de gás em habitação unifamiliar	Un	1	227,92	227,92	IGI015	[55]
<b>Total:</b>				227,92		

**Tabela 97 Orçamento da instalação interior de gás da solução 3**

<b>Item</b>	<b>Unidade</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Preço Unitário €</b>	<b>Preço (€)</b>	<b>Código</b>	<b>Referência</b>
Instalação interior de gás em habitação unifamiliar	Un	1	227,92	227,92	IGI015	[55]
<b>Total:</b>				227,92		

### 4.3.8 Projeto de estabilidade

Nesta secção são expostos os critérios e verificações a fazer para cada elemento.

É de referir que a estrutura resistente (o Módulo) foi dimensionado na dissertação de Sérgio Patinha[1].

É ainda pertinente reter também que nas estruturas metálicas de suporte às paredes exteriores a fixação à estrutura é do tipo aparafusada (parafusos auto-roscantes). Neste trabalho não será feito qualquer dimensionamento respetivamente à fixação bem como à resistência dos perfis metálicos.

#### Elementos de ligação dos painéis ao suporte

Os elementos de ligação dos painéis ao suporte são do tipo parafuso auto-roscado.

Estes parafusos foram dimensionados para o estado limite último e as ações consideradas foram o peso próprio do painel, ação do vento, ação de sobrecargas e a ação da neve.

Os coeficientes e os valores das ações foram obtidos no Regulamento de Segurança e Ações em Estruturas de Edifícios e Pontes (RSA) [73].

As combinações de ações utilizadas para a determinação da carga a utilizar para o dimensionamento para a ligação dos diferentes elementos podem ser vistas na Tabela 98.

**Tabela 98 Combinações de ações para o dimensionamento das ligações aparafusadas de cada elemento**

Parede		
	Pano exterior	Axial: 1,5 W Corte: 1,35 G
	Pano Interior	Corte: 1,35 G
Cobertura		
	Pano exterior	Axial: 1,35 G + 1,5 Q 1,35 G + 1,5 (Q+0,6 S+ 0,4 W) 1,35 G + 1,5 W 1,35 G + 1,5 (W+0,6 S+ 0,4 Q) 1,35 G + 1,5 S 1,35 G + 1,5 (S+ 0,4 W+ 0,4 Q)
	Painel OSB	Axial: 1,35 G
	Placa de lã de rocha + Placa de gesso cartonado	Axial: 1,35 G
Pavimento		
	Painel OSB	Axial: 1,35 G + 1,5 Q

Em que:

G- Valor da ação do peso próprio

W- Valor da ação do vento obtido a partir do RSA [73]

Q- Valor da ação da sobrecarga considerada a partir do RSA [73]

S- Valor da ação da neve obtido a partir do RSA [73]

#### Verificação da resistência do elemento

A verificação da resistência do elemento foi feita com base no carregamento mais condicionante das combinações apresentadas na Tabela 98 e comparado com o valor de resistência do elemento. Visto que o valor fornecido nos painéis sandwich utilizados para revestir exteriormente a cobertura não ter um valor de resistência para o vão considerado (0,6 metros), foi consultada a ArcelorMittal [33]. Este procedimento teve como objetivo esclarecer se com o vão de 0,6 metros e para o carregamento mais condicionante obtido o painel resistia

e foi dado um parecer positivo. Devido a este parecer não foi feito o cálculo respetivo para o painel de cobertura pois nesse era onde existia um esforço superior, já na parede o valor do carregamento é inferior ao do catálogo.

Nas paredes não se procedeu ao cálculo dos elementos de ligação do isolamento térmico, visto que como foi descrito no ponto 3.1.3, não necessita de ligação ao suporte bastando apenas a sua colocação, pois para o vão de 0,6 metros com a espessura de 10 cm ele por si só auto sustenta-se.

#### Deformação dos elementos com características resistentes

A verificação à deformação foi feita de forma análoga à da resistência da cobertura, sendo também consultada a ArceloMittal [33]. O seu parecer foi positivo para a carga aplicada e para o vão, o painel tinha uma deformada dentro dos limites de deformação de 1/200.

Os painéis OSB foram verificados, também à deformação para o estado limite de serviço e as ações consideradas foram o peso próprio do painel OSB do painel sandwich, da placa de lã de rocha, da placa de gesso cartonado e da estrutura metálica que forma a pendente na cobertura, ação do vento, ação de sobrecargas e a ação da neve.

Os coeficientes e os valores das ações foram obtidos no Regulamento de Segurança e Acções em Estruturas de Edifícios e Pontes (RSA) [73]. De referir que para as combinações quase permanentes em coberturas ordinárias segundo o artigo 34.3 do Regulamento de Segurança e Acções em Estruturas de Edifícios e Pontes (RSA) [73] os valores reduzidos afetos às sobrecargas são em geral nulos e foi assim considerado para nas combinações de ações.

Na Tabela 99 são apresentadas as combinações de ações utilizadas para o cálculo do Psd.

**Tabela 99 Combinações de quase permanentes para a determinação do Psd, no painel OSB na cobertura e no pavimento**

<b>Pavimento</b>	<b>Cobertura</b>
1,35 G + 1,5 Q	1,35 G + 1,5 Q
	1,35 G + 1,5 (0,3 S + 0,2 W)
	1,35 G + 1,5 W
	1,35 G + 1,5 (W + 0,3 S)
	1,35 G + 1,5 S
	1, 35 G + 1,5 (S + 0,2 W)

Em que,

G- Valor da ação do peso próprio

W- Valor da ação do vento obtido a partir do RSA[73]

Q- Valor da ação da sobrecarga considerada a partir do RSA [73]

S- Valor da ação da neve obtido a partir do RSA [73]

O vão considerado entre apoios ou fixações em ambas as direções é de 0,6 metros e foi considerada uma carga distribuída para a verificação da deformação. A equação 19 é a equação utilizada para a verificação da deformação de cargas uniformemente distribuídas.

$$\delta = \frac{5 \times P_{sd} \times l^4}{384 \times E \times I} \quad (19)$$

Em que,

$\delta$ - Deformação em m;

$P_{sd}$ - Valor da carga distribuída em kN/m

$l$ - vão em m

$E$ - Módulo de Young em kPa

$I$ - Inercia em  $m^4$

O valor máximo da deformação é considerado de 1/250, tanto para a cobertura como para o pavimento.

#### 4.3.9 Projeto de infraestruturas de telecomunicações em edifícios (ITED)

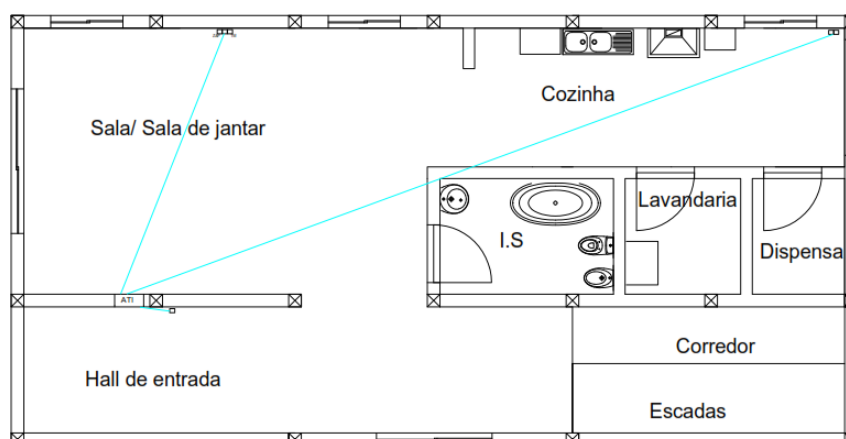
##### Descrição da arquitetura e traçado do abastecimento

Na solução 1, o armário de telecomunicações individual (ATI), situa-se no hall de entrada. A tubagem anda pelo teto falso suspensa por abraçadeiras e tirantes. Dentro da tubagem andam os cabos de pares de cobre para o sinal de telefone, cabos de fibra ótica para a rede de dados (internet) e cabos coaxiais para o sinal televisivo.

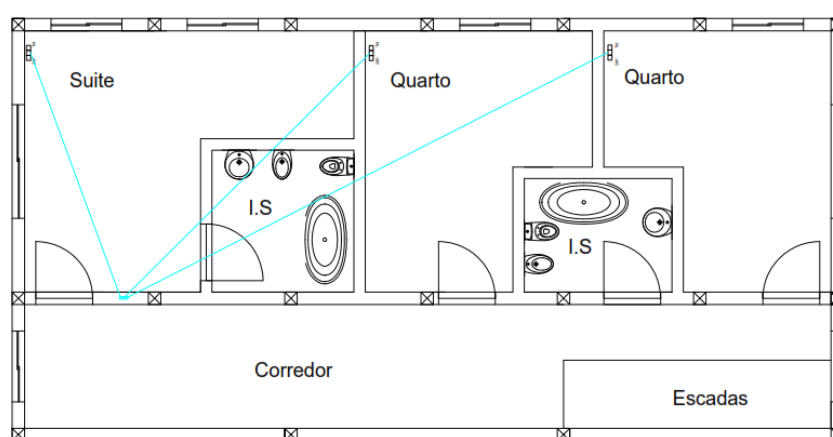
O ATI tem ligação direta com o segundo piso em que o tubo passa pelo espaço livre na treliça. Tendo em conta que existe um espaço restrito cada quarto terá o seu tubo individual a sair da ATI.

A caixa de passagem situa-se no teto falso e as caixas de aparelhagem situam-se na parede. A tubagem andarà na parede apenas em troços verticais.

Na Figura 110 e na Figura 111 pode ser observado o traçado da rede ited da solução 1.



**Figura 110 Planta do traçado da rede de ITED, da solução 1, rés-do-chão**



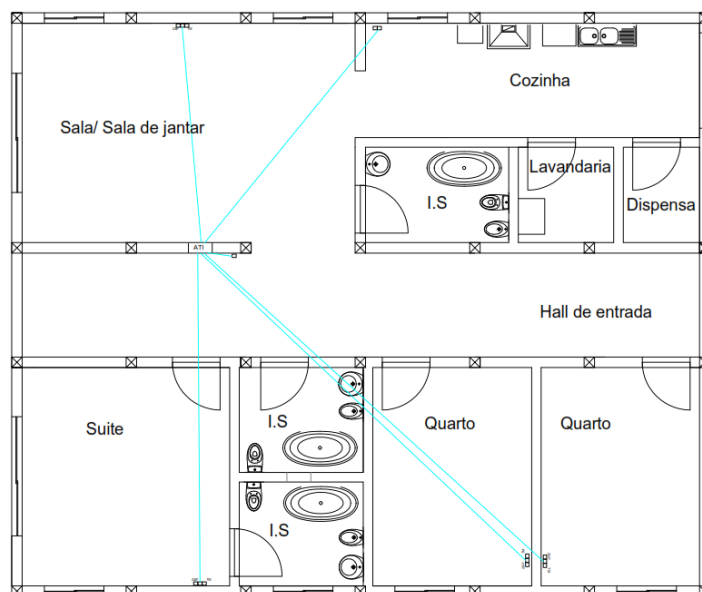
**Figura 111 Planta do traçado da rede ITED, da solução 1, 1º piso**

Nas soluções 2 e 3, o armário de telecomunicações individual (ATI), situa-se no hall de entrada. A tubagem de ligação anda pelo teto falso suspensa por abraçadeiras e tirantes. Da mesma forma que na solução 1, nas soluções 2 e 3 no interior das tubagens andam os cabos de pares de cobre para o sinal de telefone, cabos de fibra ótica para a rede de dados (internet) e cabos coaxiais para o sinal televisivo.

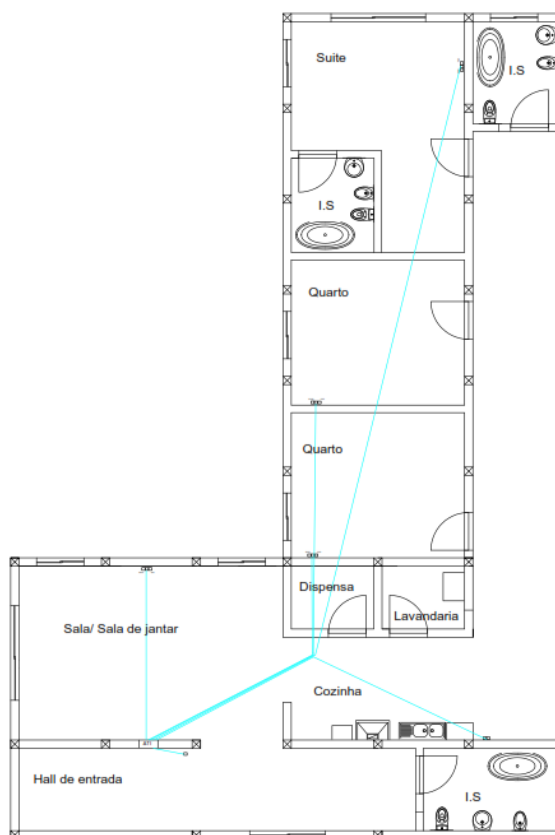
O ATI tem ligação direta com o segundo piso em que o tubo passa pelo espaço livre na treliça. Devido a existir um espaço restrito cada quarto terá o seu tubo individual a sair da ATI.

As caixas de passagem situam-se no teto falso e as caixas de aparelhagem situam-se na parede. A tubagem andar na parede apenas em troços verticais.

Na Figura 112 e na Figura 113 pode ser observado o traçado da rede ited para a solução 2 e 3 respetivamente.



**Figura 112 Planta do traçado da rede ITED, da solução 2**



**Figura 113 Planta do traçado da rede ITED, da solução 3**

### Materiais

A rede de tubagem é em PVC e as abraçadeiras serão num material plástico. O ATI é de um material não metálico.

### Dimensionamento

A caixa de ATI para edifícios até três frações autónomas é composta por um dispositivo de derivação de cliente (DDC), um tap de cliente (TC) e espaço suficiente para alojar um segundo TC. Em todas as soluções a caixa ATI terá 10 saídas. Por sua vez o ATI terá que ter também duas entradas para cabos de energia elétrica e duas entradas para ligações à rede pública [74].

### Rede e nível de qualidade da cablagem

Os níveis e subníveis dos diferentes tipos de cablagem podem ser observados na Tabela 100 [74].

**Tabela 100 Definição dos níveis de qualidade [74]**

Níveis (NQ)	Subnível	Tipo de cablagem	Classe ou frequência suportada	Categoria dos cabos de paredes e cobre e fibra ótica
0	-	Pares de cobre	Classes A e B	1 e 2
	a		Classe C	Categoria 3
1	b	Pares de cobre	Classe D	Categoria 5
	c		Classe E e F	Categoria 6 e 7
2	a	Coaxial	Frequências de trabalho até 1GHz	Não se aplica
	b		Frequências de trabalho até 2150 MHz	
3	-	Fibras óticas	Depende do tipo de fibra	OM1, OM2, OM3 e OS1

Os níveis de qualidade recomendados a instalar para um edifício unifamiliar são NQ1b ou NQ2b e devem de ter duas redes de cablagem: uma rede em cabo de par de cobre e outra em cabo coaxial [74].

### Dimensionamento da rede de cabos e tubagem

Para redes de distribuição individual os requisitos são os seguintes [74]:

- A cablagem em pares de cobre tem que ter categoria mínima de 5 e quatro pares de cobre, o cabo utilizado é de categoria 6 e tem quatro pares de cobre.
- A cablagem coaxial deve de ter frequências até 1 GHz e do tipo RG59, RG6 ou RG7, sendo que foi utilizado RG6.
- A cablagem em fibra ótica é feita por cabos de 36 fibras.

Para o dimensionamento da rede de tubagem foi considerado que cada divisão tem uma saída para rede de telefone televisão e internet, à exceção da cozinha e do hall que só têm saídas para rede de telefone e televisão.

Por limitação de espaço de abertura na treliça (5 cm) os tubos de ligação para os quartos e para a suite é feita a ligação com 1 tubo por cada compartimento referido.

O dimensionamento do tubo foi feito com base na equação 19 [74].



$$D \geq 1,8 \times \sqrt{\sum_n d_n^2} \quad (19)$$

Em que,

D- Diâmetro do tubo (mm)

$d_n$ - Diâmetro de cada um dos cabos a serem levados pelo tubo (mm)

### Orçamentação

Em todas as soluções foram usados os valores apresentados no programa Cype na aplicação gerador de preços [55].

Para a obtenção do preço foram utilizados os comprimentos e diâmetros utilizados no dimensionamento.

A quando de trabalhos que exijam a medida de distâncias estas foram majoradas por um coeficiente de 1,1.

**Tabela 101 Orçamento da rede ited da solução 1**

Item	Unidade	Quantidade	Preço Unitário €/m ou €	Preço (€)	Código	Referência
Cablagem em pares de cobre	m	72,51	0,73	52,93	IAF080	[55]
Cablagem coaxial	m	72,01	1,06	76,33	IAA100	[55]
Cablagem em fibra ótica	m	51,84	2,82	146,19	IAO020	[55]
Tubagem de rede individual 20φ	m	19,92	1,11	22,11	ILI006	[55]
Tubagem de rede individual 25φ	m	51,84	1,29	66,93	ILI006	[55]
Tomada pares de cobre	Un	6	12,91	77,46	IAF090	[55]
Tomada coaxial	Un	5	7,80	39,00	IAA120	[55]
Tomada fibra ótica	Un	5	26,34	131,70	IAO040	[55]
ATI	Un	1	262,35	262,35	ILI005	[55]
<b>Total:</b>				874,95		

**Tabela 102 Orçamento da rede ited da solução 2**

Item	Unidade	Quantidade	Preço Unitário €/m ou €	Preço (€)	Código	Referência
Cablagem em pares de cobre	m	60,78	0,73	44,37	IAF080	[55]
Cablagem coaxial	m	56,63	1,06	60,29	IAA100	[55]
Cablagem em fibra ótica	m	47,97	2,82	135,29	IAO020	[55]
Tubagem de rede individual 20φ	m	12,80	1,11	14,21	ILI006	[55]
Tubagem de rede individual 25φ	m	56,63	1,29	62,63	ILI006	[55]
Tomada pares de cobre	Un	6	12,91	77,46	IAF090	[55]
Tomada coaxial	Un	5	7,80	39,00	IAA120	[55]
Tomada fibra ótica	Un	5	26,34	131,70	IAO040	[55]
ATI	Un	1	262,35	262,35	ILI005	[55]
<b>Total:</b>				837,44		

**Tabela 103 Orçamento da rede ited da solução 3**

Item	Unidade	Quantidade	Preço Unitário €/m ou €	Preço (€)	Código	Referência
Cabelagem em pares de cobre	m	80,61	0,73	58,85	IAF080	[55]
Cabelagem coaxial	m	76,46	1,06	81,05	IAA100	[55]
Cabelagem em fibra ótica	m	63,23	2,82	178,31	IAO020	[55]
Tubagem de rede individual 20φ	m	17,39	1,11	19,30	ILI006	[55]
Tubagem de rede individual 25φ	m	76,46	1,29	98,63	ILI006	[55]
Tomada pares de cobre	Un	6	12,91	77,46	IAF090	[55]
Tomada coaxial	Un	5	7,80	39,00	IAA120	[55]
Tomada fibra ótica	Un	5	26,34	131,70	IAO040	[55]
ATI	Un	1	262,35	262,35	ILI005	[55]
<b>Total:</b>				946,65		

## 5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A discussão dos resultados é dividida em três tópicos fundamentais. Onde no primeiro será feita a análise em relação ao cumprimento genérico das exigências funcionais do capítulo 2 e da comparação do desempenho térmico relativamente à transmissão térmica nas paredes e coberturas entre as soluções concebidas e soluções modulares existentes no mercado e soluções de construção tradicional.

No segundo tópico é abordado o custo de cada solução e verificar os ganhos ou perdas relativas a nível económico.

No terceiro e último ponto será feita a comparação de custo entre as soluções 1 2 e 3 com outras soluções modulares que se podem encontrar no mercado e da construção tradicional num mercado normal e em crise.

### 5.1 Análise do cumprimento das exigências funcionais e comparação da transmissão térmica

#### 5.1.1 Análise do cumprimento das exigências funcionais

Nesta secção então é feita a análise do cumprimento das exigências funcionais, para isso na Tabela 104 é feita a sintetização das exigências funcionais das paredes coberturas e pavimentos.

**Tabela 104 Resumo das exigências funcionais**

---

**Exigências de segurança e construtivas**

Segurança perante solicitados de serviço, ocorrência excecional, acidental; Resistência ao choque do suporte, revestimento; Resistência às deformações e variações de dimensão; Resistência às variações de dimensão e deformações; Alteração das características mecânicas do revestimento no estado húmido; Resistência á suspensão de cargas; Compatibilidade com o suporte; deformabilidade limitada sobre a ação do vento; Vibração

**Exigências de risco contra incêndio**

Classe de desempenho de reação ao fogo

**Exigências de conforto térmico e higrotérmico**

Coefficiente de transmissão térmica superficial; Fator solar admissível dos vãos envidraçados; Fator de concentração de perdas térmicas; Determinação da temperatura superficial do revestimento interior e do fator de temperatura superficial interior; Estanquidade à água; Difusão do vapor de água; Permeabilidade ao ar; Inercia térmica interior; Ventilação; Estanquidade á água; Permeabilidade ao ar; Secura superficial das superfícies; Suscetibilidade de condensação em massa; Piscometria

**Exigências de conforto acústico**

Isolamento a sonoro a sons de condução área normalizado; Isolamento acústico aos ruídos provenientes do funcionamento da cobertura; Isolamento sonoro a sons de precursor

**Higiene Saúde e Ambiente**

Odores; Limpeza; Aptidão para reutilização; Resistência ao enodoamento; Resistência á fixação e desenvolvimento de bolores; Pureza do ar ambiente; Ações biológicas e de animais

---

#### **Segurança na utilização**

Perfil geométrico; Resistência á temperatura; Emissividades nocivas; Saliências perigosas; Segurança na utilização; Segurança contra intrusão; Circulação; Risco de eletrocussão

#### **Conforto visual e tátil**

Reação do revestimento exterior à água; Planeza das superfícies; Verticalidade; Regularidade e perfeição das superfícies; Homogeneidade de cor e brilho; Retidão das arestas; Conforto tátil; Retilinearidade

#### **Durabilidade**

Durabilidade dos revestimentos; Durabilidade das fixações do revestimento; Resistência ao atrito; Resistência aos produtos químicos do ar; Resistência à erosão por partículas do ar, água, granizo e ao escorrimento de água; Resistência aos agentes climáticos; Resistência à ação da água; Classe de utilização; Resistência ao punçoamento; Resistência ao choque, Resistência aos produtos químicos, biológicos e cigarros

#### **Montagem manutenção e reparação**

Facilidade do transporte de componentes; Aptidão para a armazenagem; Facilidade de montagem; Reparação; Exigências de economia

O cumprimento de alguns dos grupos de exigências funcionais já foi abordado ao longo do capítulo 4 onde foram estudados diversos pontos das mesmas nomeadamente de exigências de segurança, segurança contra risco de incêndio, conforto térmico e higrotérmico e conforto acústico. Outras exigências funcionais como foi referido no capítulo 3 foram tidas em conta na seleção dos produtos.

Não será feita uma lista exaustiva do cumprimento das exigências funcionais. Como se pode ver na Tabela 104 a lista é vasta e tornava-se incomportável tratar uma a uma neste trabalho. E cada grupo foi abordado e tido em conta ao longo desta dissertação como já foi referido anteriormente e no seu global grande parte delas foram cumpridas.

### 5.1.2 Comparação da transmissão térmica

Na Tabela 105 são apresentados os valores da transmissão térmica (U) das soluções concebidas e das soluções modulares comerciais e das soluções da habitação tradicional sendo que estes últimos foram retirados da tese de Carlos Gonçalves [64].

**Tabela 105 Valores da transmissão térmica (U)**

Soluções	Coeficiente de transmissão térmica (U) (W/m <sup>2</sup> °C)	
	Parede exterior	Cobertura
Téketo	0,29	0,37
Sit	0,36	0,24
Modular System	0,35	0,42
ICFs	0,23	0,32
Construção tradicional	0,48	0,32
Soluções concebidas	0,26	0,30

Como pode ser observado relativamente às soluções modulares comerciais e a solução concebida o coeficiente de transmissão térmica das paredes enquadrasse no intervalo sendo mesmo a segunda melhor em termos de desempenho só a solução da icfs é inferior. Já no que diz respeito à cobertura o valor de transmissão térmica da solução concebida encontrasse

novamente no intervalo de valores apresentados e é novamente o segundo mais baixo sendo que neste caso é a sit que apresenta um melhor desempenho.

Relativamente à construção tradicional tanto nas paredes como na cobertura a solução concebida apresenta um melhor desempenho e nas paredes a diferença até é bastante assinalável.

Em sumula tanto relativamente às soluções modulares comerciais como às de construção tradicional a solução concebida tem um bom desempenho no que diz respeito à transmissão térmica e olhando para o valor tanto da parede e cobertura e fazendo uma análise de uma perspetiva global a solução concebida é a que apresenta um comportamento térmico superior.

## 5.2 Análise económica das soluções concebidas

Neste ponto será feita uma breve discussão acerca dos orçamentos obtidos para as soluções apresentadas. Este orçamento global já tem em conta uma margem de lucro de 10% no preço final.

Na Tabela 106 são então apresentados os orçamentos globais das três soluções.

**Tabela 106 Orçamento global das soluções 1 2 e 3**

<b>Item</b>	<b>Solução 1</b>	<b>Solução 2</b>	<b>Solução 3</b>
Sistema de água fria e quente	1808,04	1418,70	1523,40
Sistema de drenagem de águas residuais	1096,65	1491,95	1745,73
Sistema de drenagem de águas pluviais	2789,22	2756,00	2595,71
Sistema de paredes	16883,98	11164,97	13800,93
Sistema de cobertura	10990,07	13706,97	17293,45
Sistema de pavimento	14091,49	11836,48	14449,93
Rede de distribuição de gás	261,04	227,92	227,92
Rede ITED	874,95	837,44	946,65
Rede elétrica	2707,87	2707,87	2707,87
Estrutura metálica (global)	23915,10	25532,95	32418,66
Sapatas	2840,09	4417,91	4891,26
Paredes interiores	4194,06	3947,53	4399,59
Acabamentos	22824,48	21784,68	23592,33
<b>Total (com margem de lucro de 10%):</b>	<b>115804,74 €</b>	<b>112014,50 €</b>	<b>132652,77 €</b>

### 5.2.1 Comparação entre os trabalhos de cada solução

Na Tabela 107 é feita uma comparação relativa entre os preços de cada trabalho em relação a cada solução para que seja mais fácil a visualização onde cada uma é mais favorável.

É feito também um saldo final para ver qual solução tem mais vantagem em relação à outra.

**Tabela 107 Diferenças entre os trabalhos de cada solução**

<b>Item</b>	<b>Diferença 1-2</b>	<b>Diferença 1-3</b>	<b>Diferença 2-3</b>
Sistema de água fria e quente	389,34	284,64	-104,70
Sistema de drenagem de águas residuais	-395,30	-649,08	-253,78
Sistema de drenagem de águas pluviais	33,22	193,51	160,29
Sistema de paredes	5719,01	3083,05	-2635,96
Sistema de cobertura	-2716,90	-6213,38	-3496,48
Sistema de pavimento	2255,01	-358,44	-2613,45
Rede de distribuição de gás	32,12	32,12	0,00
Rede ITED	37,51	-71,70	-109,21
Rede elétrica	0,00	0,00	0,00
Estrutura metálica (global)	-1617,85	-8503,56	-6885,71
Sapatas	-1577,82	-2051,17	-473,35
Paredes interiores	246,53	-205,53	-452,06
Acabamentos	1039,80	-767,85	-1087,65
<b>Total do acumulado das diferenças:</b>	<b>3445,67 €</b>	<b>-15226,40 €</b>	<b>-18672,10 €</b>

Como é observável na Tabela 107 as diferenças nos trabalhos das redes de instalações interiores seja na rede de distribuição de gás, rede ited, rede elétrica as diferenças entre as diferentes soluções são mínimas, sendo a mais alta de apenas 109,21 euros, para o caso da comparação entre a solução 2 e 3.

Também se podem tirar as mesmas ilações referentes aos sistemas de abastecimento de águas, bem como os sistemas de drenagem tanto residuais como pluviais, as diferenças maiores neste caso andam na casa dos 649,08 euros na comparação entre a solução 1 e 3.

Outros dois trabalhos onde as diferenças são mínimas são nas paredes interiores e nos acabamentos sendo que para o primeiro a diferença máximo é de apenas 452,06 euros na comparação entre a solução 1 e 3 e no segundo a diferença máxima é de 1087, 65 euros também na comparação entre a solução 1 e 3.

Agora vão ser analisados os trabalhos onde se registou as diferenças mais acentuadas, este aumento nas diferenças é explicada pois nestes trabalhos a unidade de medida para a orçamentação é a área na sua maioria. Existem diferenças na arquitetura das soluções onde a solução 1 tem rés-do-chão e 1º andar e as soluções 2 e 3 têm somente rés-do-chão, mas configurações de plantas diferentes. E são essas diferenças que implicam estas maiores diferenças entre os trabalhos na comparação das soluções concebidas.

Começando pela diferença relativa ao trabalho relativo ao sistema de paredes. Neste caso as soluções 2 e 3 são extremamente mais vantajosas visto terem um custo muito menor que na solução 1 sendo que o valor da diferença máxima ocorre entre a diferença da solução 1 e 2 e é de 5719,01 euros. Esta diferença é explicada porque a solução 1 tem mais metros quadrados de parede na envolvente exterior.

Já no sistema de cobertura a solução 1 apresenta-se com um custo muito mais competitivo visto ser mais barata que as duas outras soluções sendo que a diferença máxima é registada

entre a solução 1 e 3 sendo o valor de 6213,38 euros, isto é devido à solução 1 ter uma área de cobertura muito inferior que as duas restantes soluções.

### 5.2.2 Comparação entre os preços por metro quadrado

Na Tabela 108 pode ser observado que a solução 1 é a que tem um preço por metro quadrado mais barato mesmo tendo um preço total maior que a solução 2, isso é devido à solução 1 ter uma maior área e isso faz com que seja a solução que tem um preço por metro quadrado mais barato.

É interessante o facto que a solução com um preço final mais barato seja a solução 2 e que seja essa mesma que tenha um preço por metro quadrado mais elevado. Isto trás uma conclusão que a área, como era expectável, é um fator determinante nos preços da construção. Ou seja pode-se ter uma construção mais cara no total devido a ter uma grande área, mas por ter essa mesma grande área o preço por metro quadrado saia mais barato, que noutras soluções com preço final mais barato mas com um preço por metro quadrado mais caro.

Um exemplo claro desta realidade é a comparação entre a solução 2 e 3 que são ambas térreas e têm uma diferente em que a solução 3 tem uma área superior à solução 2. O preço final da solução 3 é bastante superior ao da solução 2, mas devido ao fator da área o preço por metro quadrado na solução 3 é inferior ao da solução 2.

Pode se concluir então que a área por um lado inflaciona o preço total da construção, mas por outro lado reduz o preço por metro quadrado.

**Tabela 108 Preço por metro quadrado das soluções concebidas 1, 2 e 3**

	<b>Solução 1</b>	<b>Solução 2</b>	<b>Solução 3</b>
Preço (€)	115804,74	112014,50	132652,77
Área (m <sup>2</sup> )	217,84	179,19	216,06
Preço (€/m <sup>2</sup> )	531,60	625,12	613,96

### 5.3 Comparação do custo das soluções concebidas e modelos de construção modulares existentes no mercado e com a construção tradicional em mercado normal e de crise

#### 5.3.1 Comparação do custo das soluções concebidas e modelos de construção modulares existentes no mercado

Na Tabela 109 são apresentados os preços das soluções modulares comerciais foram retirados da tese de Carlos Gonçalves [64] e os preços já incluem uma margem de lucro de 10%.

**Tabela 109 Orçamento global total e por metro quadrado das soluções comerciais e as soluções concebidas 1 2 e 3**

	<b>Téketo</b>	<b>Sit</b>	<b>Modular system</b>	<b>ICFs</b>	<b>Solução 1</b>	<b>Solução 2</b>	<b>Solução 3</b>
Preço (€)	95892,00	105856,00	126026,05	89548,00	115804,74	112014,50	132652,77
Área (m <sup>2</sup> )	122,00	128,00	125,15	122,00	217,84	179,19	216,06
Preço (€/m <sup>2</sup> )	786,00	827,00	1007,00	734,00	531,60	625,12	613,96

Como é possível verificar a solução comercial mais barata é a da empresa ICFs em que apresenta um valor total de 89548,00 euros e um preço por metro quadrado de 734 euros, fazendo a comparação entre ela e as soluções desenvolvidas o preço total em todas elas é superior, já no preço por metro quadrado já são mais baratas e as áreas de construção são substancialmente superiores. Como foi referido anteriormente isto faz com que seja mais complicado fazer uma comparação direta entre os preços aqui apresentados. Tomando outro exemplo oposto o preço mais elevado por metro quadrado de 1007 apresentado na solução da modular system e para uma área de 125,15 m<sup>2</sup>, mostra que as soluções apresentadas podem ser competitivas em mercado. Visto terem uma área superior e não apresentam um custo total mais elevado à exceção da solução 3, mas todas elas apresentam um custo muito menos elevado por metro quadrado.

Estas variações podem ser melhor observadas nas seguintes tabelas (Tabela 110, Tabela 111, Tabela 112) onde é apresentada a relação entre os modelos comerciais e as soluções concebidas no que respeita, às áreas, ao preço final e por último ao preço por metro quadrado.



**Tabela 110 Relação das áreas entre as soluções concebidas e as soluções comerciais**

	Téketo	Sit	Modular	
			System	ICFs
<b>Solução 1</b>	1,79	1,70	1,74	1,79
<b>Solução 2</b>	1,47	1,40	1,43	1,47
<b>Solução 3</b>	1,77	1,69	1,73	1,77

**Tabela 111 Relação do preço entre as soluções concebidas e as soluções comerciais**

	Téketo	Sit	Modular	
			System	ICFs
<b>Solução 1</b>	1,21	1,09	0,92	1,29
<b>Solução 2</b>	1,17	1,06	0,89	1,25
<b>Solução 3</b>	1,38	1,25	1,05	1,48

**Tabela 112 Relação do preço por metro quadrado entre as soluções concebidas e as soluções comerciais**

	Téketo	Sit	Modular	
			System	ICFs
<b>Solução 1</b>	0,68	0,64	0,53	0,72
<b>Solução 2</b>	0,80	0,76	0,62	0,85
<b>Solução 3</b>	0,78	0,74	0,61	0,84

Na Tabela 110 pode ser constatado que as maiores variações de áreas ocorrem na solução 1 e 3, o que era espectável, visto serem estas as que têm maior área. A maior diferença na relação ocorre entre a solução 1 e o modelo da téketo/ icf onde existe um acréscimo de área de 79 %.

Já na Tabela 111 pode ser visto que a relação entre os preços finais não tem uma diferença tão grande como em relação às áreas sendo o maior de apenas 46% entre a solução 3 e o modelo IFC. De notar que até duas soluções tiveram uma relação inferior a 1 logo quer dizer que o preço delas é mais barato 9 e 13 % para as soluções 1 e 2 respetivamente relativamente ao modelo modular system.

A Tabela 112 apresenta que todas as soluções concebidas têm um custo relativo por metro quadro em relação às soluções comerciais bastante inferior sendo o valor mais baixo de 47 % mais barato.

Sabendo que o custo por metro quadrado é a fração entre o preço total e a área, sabendo também as relações, e os desvios máximos entre cada solução tanto na área como no preço é possível tirar algumas ilações sendo essas as seguintes:

O preço por metro quadrado diminui mais rapidamente quanto maior a área de construção for visto que a diferença máxima da área é de 79 % e a do preço é de 47 %, do que se tiver um preço final menor.

A primeira conclusão vem de encontro desta, visto se for diminuída a área, o preço final também é afetado e irá descer, mas por outro lado o preço por metro quadrado deve de subir visto o fator condicionante na relação preço/área na obtenção do preço por metro quadrado.

O que leva a concluir que as soluções apresentadas são competitivas com estas áreas tanto no preço final como no preço por metro quadrado sendo que neste ultimo em relação ao modelo icf para uma área equivalente poderia ter um custo mais elevado visto a relação já se encontrar na casa de 0,85.

### 5.3.2 Comparação do custo das soluções concebidas e modelos de construção tradicional num mercado normal e em crise

Na Tabela 113 são apresentados os preços das soluções tradicionais em mercado normal e em recessão foram retirados da tese de Carlos Gonçalves [64] e os preços já incluem uma margem de lucro de 10%.

De referir que esta habitação de construção tradicional é do tipo de betão armado e com a tipologia T3 foi projetada por Carlos Goncalves [64] no âmbito da sua dissertação. Ou seja este valor de orçamento não é de uma habitação existente no mercado.

**Tabela 113 Orçamento global total e por metro quadrado soluções tradicionais em mercado normal e recessão e as soluções concebidas 1 2 e 3**

	<b>Mercado Normal</b>	<b>Mercado Recessão</b>	<b>Solução 1</b>	<b>Solução 2</b>	<b>Solução 3</b>
Preço (€)	101382,00	91988,00	115804,74	112014,50	132652,77
Área (m <sup>2</sup> )	122,00	122,00	217,84	179,19	216,06
Preço (€/m <sup>2</sup> )	831,00	754,00	531,60	625,12	613,96

É fácil verificar que em todas as soluções concebidas em relação ao preço são mais caras que as de construção normal, deve-se muito ao facto de haver uma área muito superior o que isto vem trazer um preço por metro quadrado bem menor nas soluções concebidas.

Vai ser feita uma análise entre a relação da construção tradicional com o mercado normal e em recessão com as soluções concebidas ao estilo do que foi efetuado anteriormente.

Nas seguintes tabelas (Tabela 114, Tabela 115, Tabela 116) é então feita a relação entre as áreas, preço e preço por metro quadrado entre as soluções concebidas e as soluções tradicionais com o mercado normal e em recessão.

**Tabela 114 Relação das áreas entre as soluções concebidas e as soluções tradicionais**

	<b>Mercado Normal</b>	<b>Mercado Recessão</b>
<b>Solução 1</b>	1,79	1,79
<b>Solução 2</b>	1,47	1,47
<b>Solução 3</b>	1,77	1,77

**Tabela 115 Relação do preço entre as soluções concebidas e as soluções tradicionais**

	<b>Mercado Normal</b>	<b>Mercado Recessão</b>
<b>Solução 1</b>	1,14	1,26
<b>Solução 2</b>	1,10	1,22
<b>Solução 3</b>	1,31	1,44

**Tabela 116 Relação do preço por metro quadrado entre as soluções concebidas e as soluções tradicionais**

	<b>Mercado Normal</b>	<b>Mercado Recessão</b>
<b>Solução 1</b>	0,64	0,71
<b>Solução 2</b>	0,75	0,83
<b>Solução 3</b>	0,74	0,81

Ao analisar as três tabelas é possível chegar a conclusões semelhantes às retiradas anteriormente onde o fator área é o mais condicionante para se chegar ao valor do preço final visto ter um valor máximo de 81% no preço e ter somente 44 % no máximo na relação entre as soluções concebidas e as soluções tradicionais apresentadas na dissertação de Carlos Gonçalves [64].

As soluções concebidas se tivessem uma área menor, ou seja na ordem da área apresentada em ambas as soluções do mercado tradicional, o preço por metro quadrado iria-se alterar visto que o preço da construção ia diminuir, mas como o fator condicionante é a área, o custo por metro quadro iria aumentar e poderia ser semelhante ao do mercado em recessão.

Em sumula pode-se concluir que tanto em relação à construção tradicional bem como a soluções modulares existentes e de acordo com a orçamentação executada as soluções concebidas apresentam-se competitivas para a tipologia T3.



## 6. CONCLUSÕES

A presente dissertação teve como objetivos procurar e definir as exigências funcionais que cada elemento, (parede exterior, cobertura, pavimento), requer. Conhecer os vários tipos de soluções e produtos que existem para cada tipo de elemento referido anteriormente. Efetuar a análise de soluções construtivas de pavimentos, coberturas e paredes que respeitem as exigências funcionais e sejam também viáveis do ponto de vista ambiental. Efetuar os projetos das redes interiores com sistemas de suporte que estejam de acordo com o princípio do sistema modular. Obter uma solução que seja competitiva em termos económicos e desempenho em relação à construção tradicional bem como à construção modular atual.

Na presente dissertação foi apresentado brevemente o conceito da construção modular. Seguidamente foi feita uma pesquisa bibliográfica por forma a catalogar as exigências funcionais que cada elemento necessita respeitar. Com base nestas exigências e o conceito modular foram escolhidos produtos para darem corpo aos diferentes elementos construtivos. Depois foram concebidas três propostas de soluções e respetivas plantas com base num módulo de uma estrutura resistente metálica e foram dimensionados os diferentes projetos de especialidade e feitas as respetivas medições e orçamentações. Por fim foi feita uma análise global do cumprimento das exigências funcionais e económicas das soluções concebidas em relação a outras soluções modulares existentes no mercado e em relação também a duas soluções de construção tradicional.

### 6.1 Considerações finais

A construção modular ao longo deste trabalho foi provando que dá resposta às mais diversas exigências funcionais estabelecidas, desde à sua resistência e deformabilidade à sua durabilidade e facilidade de aplicação/ manutenção.

Este tipo de construção enquanto conceito de construção tipo Lego® dá resposta a uma questão importante, a manutenção com este tipo de ligações entre materiais tudo pode ser facilmente substituído. Outra vantagem apresentada considerando sempre produtos com encaixe do tipo macho-fêmea ou por ligações aparafusadas é possível fazer um reaproveitamento muito bom dos produtos utilizados havendo um desperdício mínimo na

desconstrução. Mais uma vantagem deste tipo de ligação é a facilidade de montagem e aplicação dos materiais.

Sendo apenas algumas das exigências funcionais as acima referidas, este tipo de construção dá resposta de forma efetiva às exigências funcionais do presente e com um desempenho igual ou superior às da construção tradicional. Na questão das exigências de conforto térmico por exemplo a solução proposta bem como as comerciais na transmissão térmica apresentadas têm uma resposta em norma melhor que a construção tradicional, sendo que a solução proposta apresenta valores mais reduzidos tanto na parede como na cobertura relativamente à construção tradicional.

Outra vantagem que é apresentada nestes modelos concebidos é a sua versatilidade, ou seja podem ter 1 a 2 pisos.

Já no que diz respeito à segurança e resistência dos elementos construtivos foi visto que os painéis com características resistentes tanto resistem às cargas sofridas como têm uma deformação dentro dos limites estabelecidos.

No que diz respeito a questões ambientais a construção modular como já foi referido o seu processo de desconstrução é possível reaproveitar grande parte dos elementos construtivos e na sua escolha foram escolhidos materiais que ou já são reciclados ou podem ser recicláveis.

Por isso pode-se concluir que as soluções apresentadas de uma forma geral cumprem as exigências funcionais e são uma boa alternativa à construção tradicional.

Na comparação dos preços finais das soluções 1 2 e 3, relativamente às soluções modulares comerciais apresentadas na tipologia T3, foi verificado que na relação entre os preços as soluções concebidas tanto, podem ser mais baratas, como mais caras que as soluções de mercado, por isso pode ser concluído que foi apresentada uma solução com um preço final na ordem dos valores correntes para habitações modulares.

Relativamente ao preço por metro quadrado o intervalo considerando a mesma relação anterior, foi verificado que o preço por metro quadrado das soluções concebidas relativamente às soluções modulares comerciais, é mais barato para todas as soluções concebidas.

Passando agora a uma análise entre as soluções 1 2 e 3 relativamente a soluções tradicionais em mercado em condições normais e de crise. Na análise por preço final foi verificado que o preço das soluções concebidas foi superior à construção tradicional em mercado normal num intervalo. As mesmas conclusões podem ser tiradas relativamente à construção tradicional em mercado de crise. Neste caso existe ainda um acréscimo na diferença o que é normal visto os preços dos produtos em situação de crise sofrerem uma quebra. Visto que durante a

orçamentação foi tido o pressuposto da crise, devido a esse pressuposto a comparação que pode estar mais próxima da realidade é com a da construção tradicional em mercado de crise. Comparando agora os preços por metro quadrado foi verificado da mesma forma que para as soluções modulares comerciais que as soluções concebidas são mais baratas que a construção normal em mercado normal e de crise respetivamente.

Em sumula, pode ser concluído que as soluções desenvolvidas neste trabalho respondem na globalidade aos diferentes grupos de exigências funcionais e apresentam-se competitivas economicamente relativamente à construção modular existente no mercado bem como relativamente à construção tradicional relativamente a moradias com a tipologia T3.

## **6.2 Trabalhos futuramente a ser desenvolvidos**

Neste ponto são enunciadas algumas sugestões que foram consideradas pertinentes para serem desenvolvidas futuramente.

A lista de sugestões é então a seguinte:

- Dimensionamento de palas para efetuar o sombreamento nas janelas de forma a evitar a exposição solar direta nas horas de maior incidência de raios solares na estação quente;
- Utilização de sistema de aproveitamento para águas de sabão e pluviais;
- Utilização de meios alternativos de produção de energia;
- Cálculo da ventilação natural nos espaços, e verificação da ventilação necessária para que não ocorram condensações na cobertura;
- Cálculo das necessidades energéticas de aquecimento e arrefecimento
- Um olhar mais aprofundado a novos materiais como os PCM, para a otimização térmica da envolvente exterior;
- Estudo mais aprofundado da questão acústica no que diz respeito às ondas sonoras transmitidas secundariamente e de precursão.





## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Patinha, S.M.P.d.A., *Construção Modular- Desenvolvimento da ideia: Casa numa Caixa*. 2011, Univerisdade de Aveiro.
2. Lisboa, C.M.d., *Habitação e Mercado imobiliário na Área Menoprolitana de Lisboa*. 2005.
3. Téketo. *Téketo* <http://www.teketo.pt/index.php/pt/modiko/sustentabilidade-na-construcao/vantagens-ciclo-vida> (visitado em Novembro, 2012).
4. Grácio, P.D.J.J.d.A. *Associação para o desenvolvimento da Casa do Futuro Sub-projecto de REVESTIMENTOS 1º Relatório de progresso* 2006.
5. *Recomendações Técnicas de Habitação Social*. 1994, Imprensa Nacional Casa da Moeda
6. Gomes, R.J., *Necessidades Humanas e Exigências Funcionais da Habitação*. 1978.
7. Rodrigues, A.d.A., *Fachadas com Revestimentos Exteriores Descontínuos e Independentes: Caracterização e Seleção Exigencial*. 2003, FEUP.
8. Lucas, J.A.C., *Exigências Funcionais De Revestimentos De Paredes, ITE 25*, L. Laboratório Nacional De Engenharia Civil, Editor. 1990.
9. Nascimento, J.L.d., *Exigências Funcionais de Revestimento de Piso*, L. Laboratório Nacional De Engenharia Civil, Editor. 1985.
10. *Regulamento de Segurança e Acções para Estruturas de Edifícios e Pontes*. Porto Editora.
11. EPEBat, C.d.l.c.d.l.A., *Classement reVETIR DES SYSTÈMES D'ISOLATION THERMIQUE DES FAÇADES PAR L'EXTÉRIEUR* 1996, Cahier du CSTB 2929 – Livraison 375 – Décembre 1996
12. MENDES, F.M.V.P., *DURABILIDADE DAS FACHADAS VENTILADAS Aplicação da Norma ISO 15686-1* 2009.
13. Terra, R.C., *Levantamento de manifestações patológicas em revestimentos de fachadas das edificações da cidade de Pelotas*. 2001: Porto Alegre.
14. Vicente, P.R. *Apontamentos das aulas de Física dos Edifícios* 2009.
15. Prof. Maria Fernanda Rodrigues, E.J.M.e.P.R.V. *Novo Regime Jurídico da Segurança contra Incêndios em Edifícios - Nota Explicativa do Diploma*

16. *Decreto-Lei n.º 220/2008, de 12 de Novembro Regime Jurídico da Segurança contra Incêndios em Edifícios*. 2008.
17. Coelho, A.L., *Segurança contra incêndio em edifícios* 2002: Laboratório Nacional de Engenharia Civil
18. *Decreto-Lei n.º 80/2006 Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE)*. 2006.
19. *NP 1037-1 Parte 1: Edifícios de habitação. Ventilação natural*. 2002.
20. *PassiveHouse Princípios de projecto* [http://www.passive-on.org/pt/design\\_principles.php](http://www.passive-on.org/pt/design_principles.php) (visitado em : Novembro 2012).
21. *PassiveHouse* [http://passiv.de/en/02\\_informations/02\\_passive-house-requirements/02\\_passive-house-requirements.htm](http://passiv.de/en/02_informations/02_passive-house-requirements/02_passive-house-requirements.htm) (visitado em Novembro: 2012).
22. SIMON, D., *PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE DES BÂTIMENTS*
23. Velosa, P.A. *Apontamentos das aulas de Física dos Edifícios* 2009.
24. *Decreto-Lei n.º 96/2008 Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios (RRAE)*. 2008.
25. Lages, A.P.C.P.d.S.F., *Coberturas de edifícios aplicação de um sistema pericial na avaliação do custo e qualidade* 1994, FEUP.
26. Guerra, E.J. *Materiais de construção II*. 2010.
27. Associação Portuguesa dos Industriais da Cerâmica de Construção, C.T.d.C.e.d.V., Instituto da Construção, *Manual de aplicações de telhas cerâmicas*. 1998.
28. *Eurocódigo 5: Projecto de estruturas de madeira Parte1.1: Regras gerais e regras para edifícios*. 1998.
29. *Revestimentos de Pavimentos*.
30. Ana Sofia Ferreira, P.J.d.B.e.P.F.B., *Manual simplificado para a execução de camadas de forma em pisos de edifícios*
31. Sousa, H.d. *Tecnologias de Pavimentos*.
32. Fundermax. disponível em: <http://www.fundermax.at/home.en.1.htm>. (visitado em Março, 2013)
33. Mittal, A.; disponível em: [http://www.arcelormittal.com/distributionsolutions/construction/arval\\_iberia/products/panels/language/PT](http://www.arcelormittal.com/distributionsolutions/construction/arval_iberia/products/panels/language/PT). (visitado em Março, 2013)
34. Aliva. disponível em: <http://www.alivauk.com>. (visitado em Março, 2013)

35. Buildings, B.; disponível em : <http://www.bluescopebuildings.com.au/home/facade-solutions/walling-systems/azure>. (visitado em Março, 2013)
36. MetsäWood. disponível em: [www.finnforest.com](http://www.finnforest.com). (visitado em Março, 2013)
37. krono. disponível em: <http://www.kronoply.com/cms/Kronoply/0008165459.html?SID=moQuc1m6c112>. (visitado em Março, 2013)
38. Dupont. disponível em: [http://energain.co.uk/Energain/en\\_GB/tech\\_info/technical\\_data.html](http://energain.co.uk/Energain/en_GB/tech_info/technical_data.html). (visitado em Abril, 2013)
39. Dow. disponível em: <http://www.dowcorning.com/>. (visitado em Março, 2013)
40. Steico. disponível em: <http://www.steico.com/int.html>. (visitado em Março, 2013)
41. Termolan. disponível em: <http://www.termolan.pt/termolan/PortalRender.aspx?PageID={31dd3f34-9690-11dc-b170-001bfc6b6f18b}>. (visitado em Abril, 2013)
42. Dirtt. disponível em: [http://www.dirtt.net/public/products/wallsFaceTiled\\_2013.php](http://www.dirtt.net/public/products/wallsFaceTiled_2013.php). (visitado em Abril, 2013)
43. Gyptec. disponível em <http://www.gyptec.eu/> (visitado em Março, 2013)
44. Iberia, A.; disponível em: [http://www.arcelormittal.com/distributionsolutions/construction/arval\\_iberia/language/PT](http://www.arcelormittal.com/distributionsolutions/construction/arval_iberia/language/PT). (visitado em Março, 2013)
45. Perfitec. Available from: <http://www.perfitec.pt/>.
46. Landrell, A.; disponível em : <http://www.architen.com/technical/articles/using-ptfe-glass-cloth>. (visitado em Março, 2013)
47. Dupont. disponível em: <http://www.jular.pt/pdf/Telas-membranas-Tyvek-Dupont.pdf> (visitado em Março, 2013)
48. DELTA. disponível em: <http://www.cosella-dorken.com/bvf-ca-en/index.php>. (visitado em Abril, 2013)
49. Pan, T.; disponível em: <http://www.termopan-steel.com/>. (visitado em Março, 2013)
50. Knauf. disponível em: <http://knauf.com.br>. (visitado em Março, 2013)
51. Butech. disponível em: <http://www.butech.es/> (visitado em Março, 2013)
52. Forbo. disponível em: <http://www.forbo-flooring.com/>. (visitado em Março, 2013)
53. Jular. disponível em: <http://www.jular.pt/>. (visitado em Março, 2013)
54. Wicanders. disponível em: <http://www.wicanders.com/pt/>. (visitado em Agosto, 2013)
55. Cype Ingenierios

56. Orcamentos.eu. disponível em: <http://orcamentos.eu/> (visitado em Setembro, 2013).
57. Laboratório Nacional De Engenharia Civil, L., *Fichas de Rendimento*.
58. construção, M.d.; Available from: <http://wallmate.materiaisdeconstrucao.org/precowallmate.php>. (visitado em Setembro, 2013)
59. Imeralum. disponível em: <http://www.imperialum.com/>.(visitado em Março, 2013)
60. Sotecnisol. disponível em: [http://www.sotecnisol.pt/resources/Materiais/tp-Dow\\_Tab.pdf](http://www.sotecnisol.pt/resources/Materiais/tp-Dow_Tab.pdf). (visitado em Março, 2013)
61. Porcelanosa. disponível em: <http://www.porcelanosa.com/pt/revestimento/urbatek.php>. (visitado em Março, 2013)
62. Gomes, C.; disponível em: <http://www.cunhagomes.pt/main.cfm?id=1>. (visitado em Setembro, 2013)
63. *Regulamento Geral das Edificações Urbanas*. 1951.
64. Gonçalves, C.J.P., *Construção Modular- Análise comparativa de diversas soluções*, in *Departamento de Engenharia Civil*. 2013, Aveiro.
65. Epal, G.d.á.d.P., *Manual de redes prediais*. 2011.
66. Vitor M. R. Pedroso, L.N.d.E.C., *Manual dos sistemas prediais de distribuição e drenagem de águas*.
67. GateWik Construlink. disponível em: [http://www.construlink.com/Homepage/2003\\_DetalhesCad/2003\\_DetalhesCad1.php?Caminho=&GrandeTema=Casas%20de%20Banho&numero\\_Cads=3686](http://www.construlink.com/Homepage/2003_DetalhesCad/2003_DetalhesCad1.php?Caminho=&GrandeTema=Casas%20de%20Banho&numero_Cads=3686).
68. Upnor. disponível em: <http://www.uponor.pt/> (visitado em Setembro, 2013).
69. *Regulamento Geral dos Sistemas Públicos e Prediais de Distribuição de Água e de Drenagem de Águas Residuais*.
70. Economia, M.d., *Regulamento Técnico Relativo ao Projecto, Construção, Exploração e Manutenção das Instalações de Gás Combustível Canalizado em Edifícios*. 1998.
71. Mesquita, L., *Legislação e regulamentos do projecto de redes de gás*. 2005.
72. Estado de Santa Catarina, P.M., Corpo de Bombeiros, Centro de Actividades Técnicas, *Normas de Segurança Contra Incêndios*, in 4,409. 1994.
73. *Regulamento de Segurança e Acções em Estruturas de Edifícios e Pontes*, in 56/96/M. 1996.
74. *Manual ITED*. 2003: ANACOM.
75. Futureng.disponível em <http://www.futureng.pt/c90> (visitado em Outubro, 2013)

76. A. Correia dos Reis, M.B.F., J.P. Brazao Farinha, *Tabelas Técnicas*. 2008: Edições Técnicas E.T.L, L ad.



## **ANEXO I ORÇAMENTO DOS RESTANTES TRABALHOS**

Foram utilizados os valores apresentados no programa Cype na aplicação gerador de preços[55] e os valores das fichas de rendimento do LNEC [57].

Na determinação do preço da estrutura resistente foi utilizado o valor base do módulo que se encontra na dissertação do Sérgio Patinha[1], o valor aqui apresentado é já o valor total considerando o número de módulos utilizados para cada solução.

Como foi referido no ponto 4.1 o módulo desenvolvido tem capacidade para um rés-do-chão e um primeiro andar ou seja para a solução 2 e 3 foi retirado ao preço base do módulo os pilares e vigas longitudinais necessários para se obter um módulo somente com rés-do-chão.

Os trabalhos definidos nos acabamentos foram retirados da tese de Carlos Gonçalves [64], para se poder estabelecer um termo de comparação a nível de preços finais com os orçamentos apresentados na sua dissertação, de nomear que não foram considerados todos os trabalhos de acabamento enunciados na dissertação pois já estão implícitos em outros trabalhos já orçamentados.

O preço da rede elétrica foi obtido e considerado igual devido às áreas dos compartimentos serem semelhantes e tendo em conta os seguintes pressupostos: derivação monofásica; máquina de secar roupa; equipamento para aquecimento, ar condicionado com descarga direta; nos quartos dois pontos de luz e quatro tomadas (valor mínimo para a área); sala de estar/jantar três pontos de luz e cinco tomadas; escada, corredor, hall com 1 ponto de luz cada; cozinha com um ponto de luz, seis tomadas e uma tomada para forno; iluminação exterior contendo um quadro parcial.

A estrutura de suporte do piso é feita em perfis metálicos C, uma construção do tipo light steel frame que foi considerada na dissertação de Sérgio Patinha [1]. Para a determinação do peso foi consultado o website da futureng [75], assim foi utilizado o perfil C90 e multiplicando o valor da área desse perfil com o valor do peso próprio do aço para construção consultado nas tabelas técnicas [76] tem-se o valor em kN/m.

A distância considerada entre as vigas era de 0,6 metros sendo que junto das extremidades era mais reduzida e por módulo são necessárias 9 vigas. Com o comprimento necessário e o valor do peso por metro foi então calculado o peso para cada piso. De frisar que na solução 1 foram considerados 3 pisos e nas soluções 2 e 3 foram considerados 2.

Na determinação da estrutura para cobertura metálica leve autoportante foi considerado o valor máximo de 12 kg/m<sup>2</sup>.

A estrutura autoportante metálica de suporte para as paredes exteriores foi considerada, tendo dois perfis metálicos com 48 e 100 milímetros de alma com um espaçamento 600 milímetros estando espaçados entre eles 120 milímetros. Foi também subtraído ao preço os painéis de gesso cartonado e todo o tipo de material auxiliar que afete o mesmo.

As paredes interiores foram consideradas tendo 2 perfis metálicos com 70 milímetros de alma e 62 milímetros de afastamento entre si, foi também considerado isolamento acústico.

As sapatas não foram dimensionadas por isso, foi tomado como valor para medir o trabalho as seguintes medidas, 1,5 x 1 x 0,5. A sapata será feita em betão reciclado armado, foi ainda considerado haver risco de corrosão por carbonatação XC4, e um risco de corrosão por cloretos XS1 e o betão a ser utilizado é do tipo C25/30.

A área das paredes pintadas é obtida com a multiplicação do perímetro pela altura sendo esta de 2,48 metros.

#### Orçamento dos restantes trabalhos da solução 1

Item	Unidade	Quantidade	Preço Unitário €/m ou €	Preço (€)	Código	Referência
Rede de distribuição interior em habitação unifamiliar	Un	1	2707,87	2707,87	IEI015	[55]
Total:				2707,87		
Estruturas metálicas						
Estrutura resistente	Un	1	9440,46	9440,46		[1]
Vigas de suporte ao pavimento	Kg	1389,30	3,98	5529,42	IC372	[57]
Estrutura autoportante metálica de suporte para as paredes exteriores perfil 48	m²	246,54	11,29	2783,44	PSY050	[55]
Estrutura autoportante metálica de suporte para as paredes exteriores perfil 100	m²	148,04	24,40	3612,18	PSY050	[55]
Estrutura para cobertura metálica leve autoportante	m²	99,40	25,65	2549,61	EAT020	[55]
Total:				23915,10		
Sapatas						
Sapatas	m³	13,5	163,11	2201,99	CSZ010	[55]
Cofragem sapatas	m²	45,00	14,18	638,10	CSZ020	[55]
Total:				2840,09		
Parede divisórias	m²	151,41	27,70	4194,06	PSY050	[55]
Total:				4194,06		
Acabamentos						
Rodapé Laminado (58x12 mm)	m	141,89	4,36	618,64	ILI005	[55]
Com. Porta-aro em carvalho com ferragem incluída	Un	3	185,92	1487,36		[64]
Sanita JAZZ comp (65x36) (JZSC2T)	Un	3	49,53	148,59		[64]
Tanque JAZZ 3/6L (16,7x36,7) (JZTC1MKFE)	Un	3	62,22	186,66		[64]
Tampo JAZZ (42,5x36,5) (KPTD2)	Un	3	28,93	86,79		[64]
Bidé JAZZ Btw c/fixação (53,5x36,5) (JZBD2)	Un	3	47,05	141,15		[64]
Lavatório CITY 48 (480x480)	Un	3	99,48	298,44		[64]



(CTLV1)						
Banheira CUBIC (150x70) B70BI	Un	3	114,62	343,86		[64]
Estrutura Banho CUBIC (150x70) KEMCB15070 ZNC	Un	3	48,26	144,78		[64]
Painel Frontal CUBIC (150x50) B150SCB	Un	3	87,60	262,80		[64]
Válvula clic-clac para banheira	Un	3	31,74	95,22		[64]
Válvula clic-clac para lavatório	Un	3	6,98	20,94		[64]
Móvel WC lacado branco (58x55x34,5)	Un	3	172,36	517,08		[64]
Rampa sem Chuveiro CROMO (OLI)	Un	3	34,54	103,62		[64]
Torneira SILK lavatório (14x11,7) (TSKL1601M0)	Un	3	104,06	312,18		[64]
Torneira SILK Bidé (14x12,6) (TSKC0601M0)	Un	3	57,47	172,41		[64]
Torneira SILK Banheira (TSKB0001M0)	Un	3	88,68	266,04		[64]
Torneira SILK Chuveiro (TSKD0001M0)	Un	3	80,53	241,59		[64]
Armário roupeiro com porta de abrir (240x240)	Un	2	1249,60	2499,20		[64]
Armário roupeiro com porta de abrir (300x240)	Un	1	1666,14	1666,14		[64]
Cozinha em estratificado à cor	Un	1	1146,19	1146,19		[64]
Tampo em Silestone Grupo I 30mm	m <sup>2</sup>	4,48	320,30	1434,94		[64]
Roda Tampo em Silestone Grupo I	m <sup>2</sup>	4,48	23,70	106,18		[64]
Furo p/ Tampo de lava-louça (quad./ret.)	m <sup>2</sup>	1	31,60	31,60		[64]
Furo para tampa de misturadora	m <sup>2</sup>	1	11,49	11,49		[64]
Lava-louça Universo (1C1E 79)	Un	1	136,45	136,45		[64]
Misturadora cano alyo IN995 TEKA	Un	1	68,37	68,37		[64]
Soleiras Vidraço 30mm espessura, acabada	m	1,98	21,06	41,70		[64]
Parapeito janelas	m	4,78	21,06	100,67		[64]
Porta c/fixo PVC branco/anod. prata 1950x2400	Un	1	1521,07	1521,07		[64]
Janela basculante 1800x665	Un	12	320,30	3843,60		[64]
Janela oscilo-batente 1 folha c/fixo 1800x2400	Un	1	584,58	584,58		[64]
Pintura tetos	m <sup>2</sup>	179,54	6,29	1129,31	19.03.04	[56]
Pintura paredes	m <sup>2</sup>	448,58	5,89	2642,14	19.03.02	[56]
Escadas	Un	1	412,71	412,71	SER010	[55]
			<b>Total:</b>	22824,48		

## Orçamento dos restantes trabalhos da solução 2

Item	Unidade	Quantidade	Preço Unitário €/m ou €	Preço (€)	Código	Referência
Rede de distribuição interior em habitação unifamiliar	Un	1	2707,87	2707,87	IEI015	[55]
Total:				2707,87		
Estruturas metálicas						
Estrutura resistente	Un	1	1162,87	1162,87		[1]
Vigas de suporte ao pavimento	Kg	1543,95	3,98	6144,94	IC372	[57]
Estrutura autoportante metálica de suporte para as paredes exteriores perfil 48	m²	153,43	11,29	1732,22	PSY050	[55]

Estrutura autoportante metálica de suporte para as paredes exteriores perfil 100	m²	81,71	24,40	1993,72	PSY050	[55]
Estrutura para cobertura metálica leve autoportante	m²	157,56	25,65	4041,41	EAT020	[55]
Total:				25532,95		
Sapatas						
Sapatas	m³	21,00	163,11	3425,31	CSZ010	[55]
Cofragem sapatas	m²	45,00	14,18	992,6	CSZ020	[55]
Total:				4417,91		
Parede divisórias	m²	142,51	27,70	3947,53	PSY050	[55]
Total:				3947,53		
Acabamentos						
Rodapé Laminado (58x12 mm)	m	114,74	4,36	500,18	ILI005	[55]
Com. Porta-aro em carvalho com ferragem incluída	Un	3	185,92	1487,36		[64]
Sanita JAZZ comp (65x36) (JZSC2T)	Un	3	49,53	148,59		[64]
Tanque JAZZ 3/6L (16,7x36,7) (JZTC1MKFE)	Un	3	62,22	186,66		[64]
Tampo JAZZ (42,5x36,5) (KPTD2)	Un	3	28,93	86,79		[64]
Bidé JAZZ Btw c/fixação (53,5x36,5) (JZBD2)	Un	3	47,05	141,15		[64]
Lavatório CITY 48 (480x480) (CTLV1)	Un	3	99,48	298,44		[64]
Banheira CUBIC (150x70) B70BI	Un	3	114,62	343,86		[64]
Estrutura Banho CUBIC (150x70) KEMCB15070 ZNC	Un	3	48,26	144,78		[64]
Painel Frontal CUBIC (150x50) B150SCB	Un	3	87,60	262,80		[64]
Válvula clic-clac para banheira	Un	3	31,74	95,22		[64]
Válvula clic-clac para lavatório	Un	3	6,98	20,94		[64]
Móvel WC lacado branco (58x55x34,5)	Un	3	172,36	517,08		[64]
Rampa sem Chuveiro CROMO (OLI)	Un	3	34,54	103,62		[64]
Torneira SILK lavatório (14x11,7) (TSKL1601M0)	Un	3	104,06	312,18		[64]
Torneira SILK Bidé (14x12,6) (TSKC0601M0)	Un	3	57,47	172,41		[64]
Torneira SILK Banheira (TSKB0001M0)	Un	3	88,68	266,04		[64]
Torneira SILK Chuveiro (TSKD0001M0)	Un	3	80,53	241,59		[64]
Armário roupeiro com porta de abrir (240x240)	Un	2	1249,60	2499,20		[64]
Armário roupeiro com porta de abrir (300x240)	Un	1	1666,14	1666,14		[64]
Cozinha em estratificado à cor	Un	1	1146,19	1146,19		[64]
Tampo em Silestone Grupo I 30mm	m²	7,00	320,30	2242,10		[64]
Roda Tampo em Silestone Grupo I	m²	7,00	23,70	165,90		[64]
Furo p/ Tampo de lava-louça (quad./ret.)	m²	1	31,60	31,60		[64]
Furo para tampa de misturadora	m²	1	11,49	11,49		[64]
Lava-louça Universo (1C1E 79)	Un	1	136,45	136,45		[64]
Misturadora cano aloy IN995 TEKA	Un	1	68,37	68,37		[64]
Soleiras Vidraço 30mm espessura, acabada	m	1,98	21,06	41,70		[64]
Parapeito janelas	m	3,47	21,06	73,08		[64]

Porta c/fixo PVC branco/anod. prata 1950x2400	Un	1	1521,07	1521,07		[64]
Janela basculante 1800x665	Un	8	320,30	2562,40		[64]
Janela oscilo-batente 1 folha c/fixo 1800x2400	Un	2	584,58	1169,16		[64]
Pintura tetos	m <sup>2</sup>	154,84	6,29	973,94	19.03.04	[56]
Pintura paredes	m <sup>2</sup>	364,38	5,89	2146,20	19.03.02	[56]
			<b>Total:</b>	21784,68		

### Orçamento dos restantes trabalhos da solução 3

Item	Unidade	Quantidade	Preço Unitário €/m ou €	Preço (€)	Código	Referência
Rede de distribuição interior em habitação unifamiliar	Un	1	2707,87	2707,87	IEI015	[55]
Total:				2707,87		
Estruturas metálicas						
Estrutura resistente	Un	1	13944,78	13944,78		[1]
Vigas de suporte ao pavimento	Kg	1852,40	3,98	7372,57	IC372	[57]
Estrutura autoportante metálica de suporte para as paredes exteriores perfil 48	m²	209,78	11,29	2368,42	PSY050	[55]
Estrutura autoportante metálica de suporte para as paredes exteriores perfil 100	m²	146,64	24,40	3578,02	PSY050	[55]
Estrutura para cobertura metálica leve autoportante	m²	200,97	25,65	5154,31	EAT020	[55]
Total:				32418,66		
Sapatas						
Sapatas	m³	23,25	163,11	3792,31	CSZ010	[55]
Cofragem sapatas	m²	77,50	14,18	1098,95	CSZ020	[55]
Total:				4891,26		
Parede divisórias	m²	158,83	27,70	4399,60	PSY050	[55]
Total:				4399,60		
Acabamentos						
Rodapé Laminado (58x12 mm)	m	145,83	4,36	635,82	ILI005	[55]
Com. Porta-aro em carvalho com ferragem incluída	Un	3	185,92	1487,36		[64]
Sanita JAZZ comp (65x36) (JZSC2T)	Un	3	49,53	148,59		[64]
Tanque JAZZ 3/6L (16,7x36,7) (JZTC1MKFE)	Un	3	62,22	186,66		[64]
Tampo JAZZ (42,5x36,5) (KPTD2)	Un	3	28,93	86,79		[64]
Bidé JAZZ Btw c/fixação (53,5x36,5) (JZBD2)	Un	3	47,05	141,15		[64]
Lavatório CITY 48 (480x480) (CTLV1)	Un	3	99,48	298,44		[64]
Banheira CUBIC (150x70) B70BI	Un	3	114,62	343,86		[64]
Estrutura Banho CUBIC (150x70) KEMCB15070 ZNC	Un	3	48,26	144,78		[64]
Painel Frontal CUBIC (150x50) B150SCB	Un	3	87,60	262,80		[64]
Válvula clic-clac para banheira	Un	3	31,74	95,22		[64]
Válvula clic-clac para lavatório	Un	3	6,98	20,94		[64]
Móvel WC lacado branco (58x55x34,5)	Un	3	172,36	517,08		[64]
Rampa sem Chuveiro CROMO (OLI)	Un	3	34,54	103,62		[64]

Torneira SILK lavatório (14x11,7) (TSKL1601M0)	Un	3	104,06	312,18		[64]
Torneira SILK Bidé (14x12,6) (TSKC0601M0)	Un	3	57,47	172,41		[64]
Torneira SILK Banheira (TSKB0001M0)	Un	3	88,68	266,04		[64]
Torneira SILK Chuveiro (TSKD0001M0)	Un	3	80,53	241,59		[64]
Armário roupeiro com porta de abrir (240x240)	Un	2	1249,60	2499,20		[64]
Armário roupeiro com porta de abrir (300x240)	Un	1	1666,14	1666,14		[64]
Cozinha em estratificado à cor	Un	1	1146,19	1146,19		[64]
Tampo em Silestone Grupo I 30mm	m <sup>2</sup>	7,00	320,30	2242,10		[64]
Roda Tampo em Silestone Grupo I	m <sup>2</sup>	7,00	23,70	165,90		[64]
Furo p/ Tampo de lava-louça (quad./ret.)	m <sup>2</sup>	1	31,60	31,60		[64]
Furo para tampa de misturadora	m <sup>2</sup>	1	11,49	11,49		[64]
Lava-louça Universo (1C1E 79)	Un	1	136,45	136,45		[64]
Misturadora cano aloy IN995 TEKA	Un	1	68,37	68,37		[64]
Soleiras Vidraço 30mm espessura, acabada	m	1,98	21,06	41,70		[64]
Parapeito janelas	m	4,02	21,06	84,66		[64]
Porta c/fixo PVC branco/anod. prata 1950x2400	Un	1	1521,07	1521,07		[64]
Janela basculante 1800x665	Un	11	320,30	3523,30		[64]
Janela oscilo-batente 1 folha c/fixo 1800x2400	Un	2	584,58	1169,16		[64]
Pintura tetos	m <sup>2</sup>	187,46	6,29	1179,21	19.03.04	[56]
Pintura paredes	m <sup>2</sup>	448,31	5,89	2640,55	19.03.02	[56]
			<b>Total:</b>	23592,33		

## ANEXO II ABASTECIMENTO DE ÁGUAS

Nas seguintes tabelas são apresentadas as cotas consideradas para os aparelhos e as caixas. As cotas são desde a base do revestimento do pavimento até ao aparelho. As cotas aqui apresentadas foram consideradas para os seguintes aparelhos: as caixas, lava louça, esquentador, máquina de lavar roupa, máquina de lavar louça e rega. As restantes foram obtidas a partir dos cortes dos desenhos de Autocad utilizados na planta.

A cota para a banheira foi considerada de 2,0 metros visto esta ter um sistema para chuveiro associado

A cota do painel solar na solução 1 foi considerada 1,5 metros desde a caixa 4 que se encontra no teto falso do 1º piso, enquanto na solução 2 e 3 foi considerada uma cota de 3,5 metros relativamente á caixa 1 que se encontra na corete da cozinha.

<b>Aparelho</b>	<b>Cota (m)</b>
Lava louça	0,5
Máquina de lavar roupa	0,5
Máquina de lavar louça	0,5
Rega	0,5
Bidé	0,24
Autoclismo	0,86
Banheira	2,0
Lavatório	0,56
Caixas	0,50
Esquentador	1,75

A cota considerada para a tubagem que correm na treliça é de 0,4 metros a contar do sistema de pavimento

As tabelas seguintes apresentam o dimensionamento das tubagens e a pressão necessária na rede para garantir o abastecimento das soluções 1 2 e 3.

**Construção Modular – Solução para soluções de envolvente exterior e redes interiores**

Solução 1		Aparelhos e dispositivos												Tubagem							Calculo							
		Aparelhos: Q ins em l/s										n	Qacum	Q dim		vb	D	Dn	Dint	L			Vesc	j	jxL	Δh	Δh total	
		Lavatório	Bidé	Banheira	Chuveiro	Autoclimso	Lava Louça	Máquina de lavar roupa	Máquina de lavar loiça	Esquentador	rega lavagem	Número de dispositivos	Caudal acumulado	Caudal de dimensionamento	Material	Velocidade base	Diâmetro calculado	Diâmetro nominal	Diâmetro interior	L horizontal	L vertical	L total	Velocidade do escoamento	Perda de carga unitária	Perda de carga no troço	Desnível geométrico entre a jusante e montante	Perda de carga total	
Troço																												
m	j	0,1	0,1	0,25	0,25	0,1	0,2	0,2	0,15	0,25	0,45	un	l/s	l/s	Sigla	m.s	mm	mm	mm	m			m/s	m.c.a/m	m.c.a	m	m	j
Água fria																												
Caixa 1 - Caixa 2							1	1	1		1	4	1	0,60	PEX	1,2	25,27	32	26,2	1,584	1,76	3,344	1,12	0,062	0,25	1,76	5,63	3,62
Caixa 2 - Caixa 3		1	1	1		1						4	0,55	0,42	PEX	1,2	21,23	32	26,2	2,761	1,76	4,521	0,79	0,034	0,18	1,76	3,62	1,68
Caixa 4 - Caixa 6		1	1	1		1						4	0,55	0,42	PEX	1,2	21,23	32	26,2	8,36	2,75	11,11	0,79	0,034	0,45	2,75	4,93	1,73
Caixa4 - Caixa 5		1	1	1		1						4	0,55	0,42	PEX	1,2	21,23	32	26,2	4,587	2,75	7,337	0,79	0,034	0,30	0	5,23	4,93
Caixa 1 - Caixa 4		2	2	2		2				1		9	1,35	0,72	PEX	1,2	27,58	40	32,6	2,64	5,5	8,14	0,86	0,030	0,29	6	11,52	5,23
Rede - Caixa 1		3	3	3		3	1	1	1	1	1	17	2,9	1,12	PEX	1,2	34,46	50	40,8									
Água Quente																												
P. Solar - Caixa4										1		1	0,25	0,27	PEX	1,2	16,87	25	20,4	0	1,50	1,5	0,82	0,049	0,09	1,50	11,67	10,08
Caixa 4 - Caixa 1										1		1	0,25	0,27	PEX	1,2	16,87	25	20,4	2,64	6,00	8,64	0,82	0,049	0,51	6,00	10,08	3,57
Caixa 1 - Caixa 2										1		1	0,25	0,27	PEX	2,2	12,46	25	20,4	1,584	1,76	3,344	0,82	0,049	0,20	0,00	3,57	3,37
Caixa 2 - Esquentador										1		1	0,25	0,27	PEX	1,2	16,87	25	20,4	4,4	2,59	6,985	0,82	0,049	0,41	-0,26	3,37	3,22
Caixa 1 - Caixa 2		1	1	1			1			1		5	0,9	0,57	PEX	1,2	24,51	32	26,2	1,584	1,76	3,344	1,05	0,055	0,22	0	3,44	3,22
Caixa 2 - Caixa 3		1	1	1								3	0,45	0,38	PEX	1,2	20,03	25	20,4	2,761	1,76	4,521	1,16	0,090	0,49	0	2,17	1,68

**Construção Modular – Solução para soluções de envolvente exterior e redes interiores**

Solução 1		Aparelhos e dispositivos												Tubagem									Calculo							
		Aparelhos: Q ins em l/s										n	Qacum	Q dim		vb	D	Dn	Dint	L			Vesc	j	jxL	Δh	Δh total			
		Lavatório	Bidé	Banheira	Chuveiro	Autoclismo	Lava Louça	Máquina de lavar roupa	Máquina de lavar loiça	Esquentador	rega lavagem	Número de dispositivos	Caudal acumulado	Caudal de dimensionamento	Material	Velocidade base	Diâmetro calculado	Diâmetro nominal	Diâmetro interior	L horizontal	L vertical	L total	Velocidade do escoamento	Perda de carga unitária	Perda de carga no troço	Desnível geométrico entre a jusante e montante	Perda de carga total			
Troço		m	j	0,1	0,1	0,25	0,25	0,1	0,2	0,2	0,15	0,25	0,45	un	l/s	l/s	Sigla	m.s	mm	mm	mm	m			m/s	m.c.a/m	m.c.a	m	m	j
Caixa 4 - Caixa6		1	1	1								3	0,45	0,38	PEX	1,2	20,03	25	20,4	8,36	2,75	11,11	1,16	0,090	1,20	0	2,93	1,73		
Caixa 4 - Caixa 5		1	1	1								3	0,45	0,38	PEX	1,2	20,03	25	20,4	4,587	2,75	7,337	1,16	0,090	0,79	0	2,55	1,76		
Caixa 1 - Caixa 4		2	2	2								6	0,9	0,57	PEX	1,2	24,51	32	26,2	0	5,50	5,5	1,05	0,055	0,37	6	9,29	2,93		
Rede - Caixa 1		3	3	3				1			1	11	1,8	0,85	PEX	1,2	29,99	40	32,6											
Tubo de acesso à rede																														
Rede - Caixa 1		6	6	6			3	2	1	1	2	1	28	4,7	1,34	PEX	1,2	37,69	50	40,8	8,822	0	8,822	1,02	0,030	0,32	0,7	12,69	11,67	
Tubagem nas instalações e restantes compartimentos																														
Água fria																														
Caixa 2 - Lava loiça									1			1	0,2	0,24	PEX	1,2	15,81	20	16,2	0,275	1,76	2,04	1,14	0,117	0,29	0,00	0,29	0		
Caixa 2 - M.L.Loixa										1		1	0,15	0,20	PEX	1,2	14,54	20	16,2	0,418	1,76	2,18	0,97	0,087	0,23	0,00	0,23	0		
Caixa 2 - Rega											1	1	0,45	0,38	PEX	1,2	20,03	25	20,4	1,1	1,76	2,86	1,16	0,090	0,31	0,00	0,31	0		
Caixa 3 - Lavatório		1										1	0,1	0,16	PEX	1,2	12,92	20	16,2	3,3	1,76	5,06	0,76	0,058	0,35	0,06	0,41	0		
Caixa 3 - Bidé			1									1	0,1	0,16	PEX	1,2	12,92	20	16,2	1,32	1,50	2,82	0,76	0,058	0,20	-0,26	-0,06	0		
Caixa 3 - Banheira				1								1	0,25	0,27	PEX	1,2	16,87	25	20,4	1,32	1,76	3,08	0,82	0,049	0,18	1,50	1,68	0		

**Construção Modular – Solução para soluções de envolvente exterior e redes interiores**

Solução 1		Aparelhos e dispositivos												Tubagem									Calculo							
		Aparelhos: Q ins em l/s										n	Qacum	Q dim		vb	D	Dn	Dint	L			Vesc	j	jxL	Δh	Δh total			
		Lavatório	Bidé	Banheira	Chuveiro	Autoclismo	Lava Louça	Máquina de lavar roupa	Máquina de lavar loiça	Esquentador	rega lavagem	Número de dispositivos	Caudal acumulado	Caudal de dimensionamento	Material	Velocidade base	Diâmetro calculado	Diâmetro nominal	Diâmetro interior	L horizontal	L vertical	L total	Velocidade do escoamento	Perda de carga unitária	Perda de carga no troço	Desnível geométrico entre a jusante e montante	Perda de carga total			
Troço		m	j	0,1	0,1	0,25	0,25	0,1	0,2	0,2	0,15	0,25	0,45	un	l/s	l/s	Sigla	m.s	mm	mm	mm	m			m/s	m.c.a/m	m.c.a	m	m	j
Caixa 3 - Autoclismo								1						1	0,1	0,16	PEX	1,2	12,92	25	20,4	0,66	1,61	2,27	0,48	0,019	0,05	0,36	0,41	0
Caixa 3 - M.L.Roupa														1	0,2	0,24	PEX	1,2	15,81	20	16,2	1,1	1,76	2,86	1,14	0,117	0,40	0,00	0,40	0
Caixa 5 - Lavatório		1												1	0,1	0,16	PEX	1,2	12,92	20	16,2	0,66	1,28	1,94	0,76	0,058	0,13	0,06	0,19	0
Caixa 5 - Bidé			1											1	0,1	0,16	PEX	1,2	12,92	20	16,2	2,915	1,50	4,41	0,76	0,058	0,31	-0,26	0,05	0
Caixa 5 - Banheira					1									1	0,25	0,27	PEX	1,2	16,87	25	20,4	2,618	1,76	4,38	0,82	0,049	0,26	1,5	1,76	0
Caixa 5 - Autoclismo								1						1	0,1	0,16	PEX	1,2	12,92	25	20,4	3,047	1,61	4,65	0,48	0,019	0,11	0,36	0,47	0
Caixa 6 - Lavatório		1												1	0,1	0,16	PEX	1,2	12,92	20	16,2	2,75	1,28	4,03	0,76	0,058	0,28	0,06	0,34	0
Caixa 6 - Bidé			1											1	0,1	0,16	PEX	1,2	12,92	20	16,2	3,157	1,50	4,65	0,76	0,058	0,32	-0,26	0,06	0
Caixa 6 - Banheira					1									1	0,25	0,27	PEX	1,2	16,87	25	20,4	2,2	1,76	3,96	0,82	0,049	0,23	1,5	1,73	0
Caixa 6 - Autoclismo								1						1	0,1	0,16	PEX	1,2	12,92	25	20,4	3,157	1,61	4,76	0,48	0,019	0,11	0,36	0,47	0
Caixa 4 - P.Solar										1				1	0,25	0,27	PEX	2,2	12,46	25	20,4	0	1,50	1,50	0,82	0,049	0,09	1,5	4,81	3,22
Água Quente																														
Caixa 2 - Lava loiça										1				1	0,2	0,24	PEX	1,2	15,81	25	20,4	0,275	1,76	2,04	0,72	0,039	0,10	0,00	0,10	0
Esquentador - Caixa 2										1				1	0,25	0,27	PEX	1,2	16,87	25	20,4	2,31	2,59	4,90	0,82	0,049	0,29	1,25	3,22	1,68



**Construção Modular – Solução para soluções de envolvente exterior e redes interiores**

Solução 1		Aparelhos e dispositivos												Tubagem							Calculo							
		Aparelhos: Q ins em l/s										n	Qacum	Q dim		vb	D	Dn	Dint	L			Vesc	j	jxL	Δh	Δh total	
		Lavatório	Bidé	Banheira	Chuveiro	Autoclimso	Lava Louça	Máquina de lavar roupa	Máquina de lavar loiça	Esquentador	rega lavagem	Número de dispositivos	Caudal acumulado	Caudal de dimensionamento	Material	Velocidade base	Diâmetro calculado	Diâmetro nominal	Diâmetro interior	L horizontal	L vertical	L total	Velocidade do escoamento	Perda de carga unitária	Perda de carga no troço	Desnível geométrico entre a jusante e montante	Perda de carga total	
Troço																												
m	j	0,1	0,1	0,25	0,25	0,1	0,2	0,2	0,15	0,25	0,45	un	l/s	l/s	Sigla	m.s	mm	mm	mm	m			m/s	m.c.a/m	m.c.a	m	m	j
Caixa 3 - Lavatório		1										1	0,1	0,16	PEX	1,2	12,92	20	16,2	3,3	1,28	4,58	0,76	0,058	0,32	0,06	0,38	0
Caixa 3 -Bidé			1									1	0,1	0,16	PEX	1,2	12,92	20	16,2	1,32	1,50	2,82	0,76	0,058	0,20	-0,26	-0,06	0
Caixa 3 - Banheira				1								1	0,25	0,27	PEX	1,2	16,87	25	20,4	1,32	1,76	3,08	0,82	0,049	0,18	1,5	1,68	0
Caixa 5 - Lavatório		1										1	0,1	0,16	PEX	1,2	12,92	20	16,2	0,66	1,28	1,94	0,76	0,058	0,13	0,06	0,19	0
Caixa 5 - Bidé			1									1	0,1	0,16	PEX	1,2	12,92	20	16,2	2,915	1,50	4,41	0,76	0,058	0,31	-0,26	0,05	0
Caixa 5 - Banheira				1								1	0,25	0,27	PEX	1,2	16,87	25	20,4	2,618	1,76	4,38	0,82	0,049	0,26	1,5	1,76	0
Caixa 6 - Lavatório		1										1	0,1	0,16	PEX	1,2	12,92	20	16,2	2,75	1,28	4,03	0,76	0,058	0,28	0,06	0,34	0
Caixa 6 - Bidé			1									1	0,1	0,16	PEX	1,2	12,92	20	16,2	2,86	1,50	4,36	0,76	0,058	0,30	-0,26	0,04	0
Caixa 6 - Banheira				1								1	0,25	0,27	PEX	1,2	16,87	25	20,4	2,2	1,76	3,96	0,82	0,049	0,23	1,5	1,73	0

Perda de carga associada ao percurso mais desfavorável      12,69      m.c.a

Perda de carga localizada (contador)      2      m.c.a

Pressão mínima a garantir no dispositivo mais desfavorável      10      m.c.a

Pressão necessária na rede geral de abastecimento      24,69      m.c.a

**Construção Modular – Solução para soluções de envolvente exterior e redes interiores**

Solução 2		Aparelhos e dispositivos												Tubagem								Calculo						
		Aparelhos: Q ins em l/s										n	Qacum	Q dim		vb	D	Dn	Dint	L			Vesc	j	jxL	Δh	Δh total	
		Lavatório	Bidé	Banheira	Chuveiro	Autoclismo	Lava Louça	Máquina de lavar roupa	Máquina de lavar loiça	Esquentador	rega lavagem	Número de dispositivos	Caudal acumulado	Caudal de dimensionamento	Material	Velocidade base	Diâmetro calculado	Diâmetro nominal	Diâmetro interior	L horizontal	L vertical	L total	Velocidade do escoamento	Perda de carga unitária	Perda de carga no troço	Desnível geométrico entre a jusante e montante	Perda de carga total	
Troço																												
m	j	0,1	0,1	0,25	0,25	0,1	0,2	0,2	0,15	0,25	0,45	un	l/s	l/s	Sigla	m.s	mm	mm	mm	m			m/s	m.c.a/m	m.c.a	m	m	j
Água fria																												
Caixa 3 - Caixa 4		2	2	2		2						8	1,1	0,64	PEX	1,2	25,98	32	26,2	5,61	1,76	7,37	1,18	0,068	0,60	0	2,33	1,73
Caixa 2 - Caixa 3		3	3	3		3		1				13	1,85	0,86	PEX	1,2	30,23	40	32,6	3,179	1,76	4,939	1,03	0,041	0,24	0	1,98	2,33
Caixa 1 - P.Solar										1		1	0,25	0,27	PEX	1,2	16,87	25	20,4	3,179	3,5	6,679	0,82	0,049	0,39	3,5	4,45	7,56
Caixa 1 - Caixa 2		3	3	3		3	1	1	1		1	16	2,65	1,06	PEX	1,2	33,56	50	40,8	5,83	1,76	7,59	0,81	0,020	0,18	0	2,52	1,98
Rede - Caixa 1		3	3	3		3	1	1	1	1	1	17	2,9	1,12	PEX	1,2	34,46	50	40,8									
Água Quente																												
P.Solar - Caixa 1										1		1	0,25	0,27	PEX	1,2	16,87	25	20,4	0	3,50	3,5	0,82	0,049	0,21	3,50	7,56	3,85
Caixa 1 - Esquentador										1		1	0,25	0,27	PEX	1,2	16,87	25	20,4	2,123	1,25	3,373	0,82	0,049	0,20	1,25	3,85	2,40
Caixa 3 - Caixa 4		2	2	2								6	0,9	0,57	PEX	1,2	24,51	32	26,2	5,61	1,76	7,37	1,05	0,055	0,49	0	2,22	1,73
Caixa 2 - Caixa 3		3	3	3								9	1,35	0,72	PEX	1,2	27,58	40	32,6	3,179	1,76	4,939	0,86	0,030	0,18	0	2,40	2,22
Rede - Caixa 1		3	3	3			1			1		11	1,8	0,85	PEX	1,2	29,99	40	32,6									
Tubo de acesso à rede																												
Rede - Caixa 1		6	6	6	0	3	2	1	1	2	1	28	4,7	1,34	PEX	1,2	37,69	50	40,8	8,162	0	8,162	1,02	0,030	0,30	0,7	8,55	7,56

**Construção Modular – Solução para soluções de envolvente exterior e redes interiores**

Solução 2		Aparelhos e dispositivos												Tubagem								Calculo						
		Aparelhos: Q ins em l/s										n	Qacum	Q dim		vb	D	Dn	Dint	L			Vesc	j	jxL	Δh	Δh total	
		Lavatório	Bidé	Banheira	Chuveiro	Autoclismo	Lava Louça	Máquina de lavar roupa	Máquina de lavar loiça	Esquentador	rega lavagem	Número de dispositivos	Caudal acumulado	Caudal de dimensionamento	Material	Velocidade base	Diâmetro calculado	Diâmetro nominal	Diâmetro interior	L horizontal	L vertical	L total	Velocidade do escoamento	Perda de carga unitária	Perda de carga no troço	Desnível geométrico entre a jusante e montante	Perda de carga total	
Troço																												
m	j	0,1	0,1	0,25	0,25	0,1	0,2	0,2	0,15	0,25	0,45	un	l/s	l/s	Sigla	m.s	mm	mm	mm	m			m/s	m.c.a/m	m.c.a	m	m	j
Tubagem nas instalações e restantes compartimentos																												
Água fria																												
Caixa 2 - Lava Loiça								1				1	0,2	0,24	PEX	1,2	15,81	20	16,2	0,44	1,76	2,20	1,14	0,117	0,31	0,00	0,31	0
Caixa 2 - M.L.Loixa									1			1	0,15	0,20	PEX	1,2	14,54	20	16,2	1,54	1,76	3,30	0,97	0,087	0,35	0,00	0,35	0
Caixa 2 - Rega											1	1	0,45	0,38	PEX	1,2	20,03	25	20,4	0,55	1,76	2,31	1,16	0,090	0,25	0,00	0,25	0
Caixa 3 - Lavatório		1										1	0,1	0,16	PEX	1,2	12,92	20	16,2	3,41	1,76	5,17	0,76	0,058	0,36	0,06	0,42	0
Caixa 3 - Bidé			1									1	0,1	0,16	PEX	1,2	12,92	20	16,2	1,43	1,50	2,93	0,76	0,058	0,20	-0,26	-0,06	0
Caixa 3 - Banheira				1								1	0,25	0,27	PEX	1,2	16,87	25	20,4	1,21	1,76	2,97	0,82	0,049	0,18	1,50	1,68	0
Caixa 3 - Autoclismo						1						1	0,1	0,16	PEX	1,2	12,92	25	20,4	0,66	1,61	2,27	0,48	0,019	0,05	0,36	0,41	0
Caixa 3 - M.L.Roupa							1					1	0,2	0,24	PEX	1,2	15,81	20	16,2	0,88	1,76	2,64	1,14	0,117	0,37	0,00	0,37	0
Caixa 4 - Lavatório		1										1	0,1	0,16	PEX	1,2	12,92	20	16,2	2,97	1,28	4,25	0,76	0,058	0,29	0,06	0,35	0
Caixa 4 - Bidé			1									1	0,1	0,16	PEX	1,2	12,92	20	16,2	2,97	1,50	4,47	0,76	0,058	0,31	-0,26	0,05	0
Caixa 4 - Banheira				1								1	0,25	0,27	PEX	1,2	16,87	25	20,4	2,2	1,76	3,96	0,82	0,049	0,23	1,5	1,73	0
Caixa 4 - Autoclismo						1						1	0,1	0,16	PEX	1,2	12,92	25	20,4	3,19	1,61	4,80	0,48	0,019	0,11	0,36	0,47	0

**Construção Modular – Solução para soluções de envolvente exterior e redes interiores**

Solução 2		Aparelhos e dispositivos												Tubagem							Calculo							
		Aparelhos: Q ins em l/s										n	Qacum	Q dim		vb	D	Dn	Dint	L			Vesc	j	jxL	Δh	Δh total	
		Lavatório	Bidé	Banheira	Chuveiro	Autoclismo	Lava Louça	Máquina de lavar roupa	Máquina de lavar loiça	Esquentador	rega lavagem	Número de dispositivos	Caudal acumulado	Caudal de dimensionamento	Material	Velocidade base	Diâmetro calculado	Diâmetro nominal	Diâmetro interior	L horizontal	L vertical	L total	Velocidade do escoamento	Perda de carga unitária	Perda de carga no troço	Desnível geométrico entre a jusante e montante	Perda de carga total	
Troço																												
m	j	0,1	0,1	0,25	0,25	0,1	0,2	0,2	0,15	0,25	0,45	un	l/s	l/s	Sigla	m.s	mm	mm	mm	m			m/s	m.c.a/m	m.c.a	m	m	j
Caixa 4 - Lavatório		1										1	0,1	0,16	PEX	1,2	12,92	20	16,2	4,18	1,28	5,46	0,76	0,058	0,38	0,06	0,44	0
Caixa 4 - Bidé			1									1	0,1	0,16	PEX	1,2	12,92	20	16,2	3,41	1,50	4,91	0,76	0,058	0,34	-0,26	0,08	0
Caixa 4 - Banheira				1								1	0,25	0,27	PEX	1,2	16,87	25	20,4	2,2	1,76	3,96	0,82	0,049	0,23	1,5	1,73	0
Caixa 4 - Autoclismo						1						1	0,1	0,16	PEX	1,2	12,92	25	20,4	3,19	1,61	4,80	0,48	0,019	0,11	0,36	0,47	0
Água Quente																												
Caixa 2 - Lava loiça								1				1	0,2	0,24	PEX	1,2	15,81	25	20,4	0,44	1,76	2,20	0,72	0,039	0,10	0,00	0,10	0
Esquentador - Caixa 2										1		1	0,25	0,27	PEX	1,2	16,87	25	20,4	3,19	2,59	5,78	0,82	0,049	0,34	1,25	1,69	0,10
Caixa 3 - Lavatório		1										1	0,1	0,16	PEX	1,2	12,92	20	16,2	3,41	1,28	4,69	0,76	0,058	0,33	0,06	0,39	0
Caixa 3 - Bidé			1									1	0,1	0,16	PEX	1,2	12,92	20	16,2	1,43	1,50	2,93	0,76	0,058	0,20	-0,26	-0,06	0
Caixa 3 - Banheira				1								1	0,25	0,27	PEX	1,2	16,87	25	20,4	1,21	1,76	2,97	0,82	0,049	0,18	1,5	1,68	0
Caixa 4 - Lavatório		1										1	0,1	0,16	PEX	1,2	12,92	20	16,2	2,97	1,28	4,25	0,76	0,058	0,29	0,06	0,35	0
Caixa 4 - Bidé			1									1	0,1	0,16	PEX	1,2	12,92	20	16,2	2,97	1,50	4,47	0,76	0,058	0,31	-0,26	0,05	0
Caixa 4 - Banheira				1								1	0,25	0,27	PEX	1,2	16,87	25	20,4	2,2	1,76	3,96	0,82	0,049	0,23	1,5	1,73	0
Caixa 4 - Lavatório		1										1	0,1	0,16	PEX	1,2	12,92	20	16,2	4,18	1,28	5,46	0,76	0,058	0,38	0,06	0,44	0

Construção Modular – Solução para soluções de envolvente exterior e redes interiores

Solução 2		Aparelhos e dispositivos												Tubagem							Calculo							
		Aparelhos: Q ins em l/s										n	Qacum	Q dim		vb	D	Dn	Dint	L			Vesc	j	jxL	Δh	Δh total	
		Lavatório	Bidé	Banheira	Chuveiro	Autoclismo	Lava Louça	Máquina de lavar roupa	Máquina de lavar loiça	Esquentador	rega lavagem	Número de dispositivos	Caudal acumulado	Caudal de dimensionamento	Material	Velocidade base	Diâmetro calculado	Diâmetro nominal	Diâmetro interior	L horizontal	L vertical	L total	Velocidade do escoamento	Perda de carga unitária	Perda de carga no troço	Desnível geométrico entre a jusante e montante	Perda de carga total	
Troço																												
m	j	0,1	0,1	0,25	0,25	0,1	0,2	0,2	0,15	0,25	0,45	un	l/s	l/s	Sigla	m.s	mm	mm	mm	m			m/s	m.c.a/m	m.c.a	m	m	j
Caixa 4 - Bidé			1									1	0,1	0,16	PEX	1,2	12,92	20	16,2	3,41	1,50	4,91	0,76	0,058	0,34	-0,26	0,08	0
Caixa 4 - Banheira				1								1	0,25	0,27	PEX	1,2	16,87	25	20,4	2,2	1,76	3,96	0,82	0,049	0,23	1,5	1,73	0

Perda de carga associada ao percurso mais desfavorável	8,55	m.c.a
Perda de carga localizada (contador)	2	m.c.a
Pressão mínima a garantir no dispositivo mais desfavorável	10	m.c.a
Pressão necessária na rede geral de abastecimento	20,55	m.c.a

**Construção Modular – Solução para soluções de envolvente exterior e redes interiores**

Solução 3		Aparelhos e dispositivos												Tubagem							Calculo							
		Aparelhos: Q ins em l/s										n	Qacum	Q dim		vb	D	Dn	Dint	L			Vesc	j	jxL	Δh	Δh total	
		Lavatório	Bidé	Banheira	Chuveiro	Autoclismo	Lava Louça	Máquina de lavar roupa	Máquina de lavar loiça	Esquentador	rega lavagem	Número de dispositivos	Caudal acumulado	Caudal de dimensionamento	Material	Velocidade base	Diâmetro calculado	Diâmetro nominal	Diâmetro interior	L horizontal	L vertical	L total	Velocidade do escoamento	Perda de carga unitária	Perda de carga no troço	Desnível geométrico entre a jusante e montante	Perda de carga total	
Troço																												
m	j	0,1	0,1	0,25	0,25	0,1	0,2	0,2	0,15	0,25	0,45	un	l/s	l/s	Sigla	m.s	mm	mm	mm	m			m/s	m.c.a/m	m.c.a	m	m	j
Água fria																												
Caixa 4 - Caixa 5		1	1	1		1						4	0,55	0,42	PEX	1,2	21,23	32	26,2	6,38	1,76	8,14	0,79	0,034	0,33	0	2,09	1,77
Caixa 2 - Caixa 4		2	2	2		2						8	1,1	0,64	PEX	1,2	25,98	32	26,2	13,86	1,76	15,62	1,18	0,068	1,27	0	3,37	2,09
Caixa 2 - Caixa 3		1	1	1		1						4	0,55	0,42	PEX	1,2	21,23	32	26,2	7,225	1,76	8,985	0,79	0,034	0,36	0	2,46	1,62
Caixa 1 - P.Solar										1		1	0,25	0,27	PEX	1,2	16,87	25	20,4	0	3,5	3,5	0,82	0,049	0,21	3,5	6,97	10,26
Caixa 1 - Caixa 2		3	3	3		3	1	1	1		1	16	2,65	1,06	PEX	1,2	33,56	50	40,8	3,19	1,76	4,95	0,81	0,020	0,12	0	3,49	3,37
Rede - Caixa 1		3	3	3		3	1	1	1	1	1	17	2,9	1,12	PEX	1,2	34,46	50	40,8									
Água Quente																												
P.Solar - Caixa 1										1		1	0,25	0,27	PEX	1,2	16,87	25	20,4	0	3,50	3,5	0,82	0,049	0,21	3,50	10,26	6,56
Caixa 1 - Esquentador										1		1	0,25	0,27	PEX	1,2	16,87	25	20,4	1,1	1,25	2,35	0,82	0,049	0,14	1,25	6,56	5,17
Caixa 4 - Caixa 5		1	1	1								3	0,45	0,38	PEX	1,2	20,03	25	20,4	6,38	1,76	8,14	1,16	0,090	0,88	0	2,64	1,77
Caixa 2 - Caixa 4		2	2	2								6	0,9	0,57	PEX	1,2	24,51	32	26,2	13,86	1,76	15,62	1,05	0,055	1,04	0	3,68	2,64
Caixa 2 - Caixa 3		1	1	1								3	0,45	0,38	PEX	1,2	20,03	25	20,4	7,225	1,76	8,985	1,16	0,090	0,97	0	2,59	1,62
Rede - Caixa 1		3	3	3			1			1		11	1,8	0,85	PEX	1,2	29,99	40	32,6									

**Construção Modular – Solução para soluções de envolvente exterior e redes interiores**

Solução 3		Aparelhos e dispositivos												Tubagem							Calculo							
		Aparelhos: Q ins em l/s										n	Qacum	Q dim		vb	D	Dn	Dint	L			Vesc	j	jxL	Δh	Δh total	
		Lavatório	Bidé	Banheira	Chuveiro	Autoclismo	Lava Louça	Máquina de lavar roupa	Máquina de lavar loiça	Esquentador	rega lavagem	Número de dispositivos	Caudal acumulado	Caudal de dimensionamento	Material	Velocidade base	Diâmetro calculado	Diâmetro nominal	Diâmetro interior	L horizontal	L vertical	L total	Velocidade do escoamento	Perda de carga unitária	Perda de carga no troço	Desnível geométrico entre a jusante e montante	Perda de carga total	
Troço																												
m	j	0,1	0,1	0,25	0,25	0,1	0,2	0,2	0,15	0,25	0,45	un	l/s	l/s	Sigla	m.s	mm	mm	mm	m			m/s	m.c.a/m	m.c.a	m	m	j
Tubo de acesso à rede																												
Rede - Caixa 1		6	6	6	0	3	2	1	1	2	1	28	4,7	1,34	PEX	1,2	37,69	50	40,8	8,162	0	8,162	1,02	0,030	0,30	0,7	11,26	10,26
Tubagem nas instalações e restantes compartimentos																												
Água fria																												
Caixa 2 - Lava loiça								1				1	0,2	0,24	PEX	1,2	15,81	20	16,2	0,66	1,76	2,42	1,14	0,117	0,34	0,00	0,34	0
Caixa 2 - M.L.Loiça									1			1	0,15	0,20	PEX	1,2	14,54	20	16,2	1,32	1,76	3,08	0,97	0,087	0,32	0,00	0,32	0
Caixa 2 - Rega										1		1	0,45	0,38	PEX	1,2	20,03	25	20,4	4,268	1,76	6,03	1,16	0,090	0,65	0,00	0,65	0
Caixa 3 - Lavatório		1										1	0,1	0,16	PEX	1,2	12,92	20	16,2	2,64	1,76	4,40	0,76	0,058	0,31	0,06	0,37	0
Caixa 3 - Bidé			1									1	0,1	0,16	PEX	1,2	12,92	20	16,2	2,53	1,50	4,03	0,76	0,058	0,28	-0,26	0,02	0
Caixa 3 - Banheira				1								1	0,25	0,27	PEX	1,2	16,87	25	20,4	0,33	1,76	2,09	0,82	0,049	0,12	1,50	1,62	0
Caixa 3 - Autoclismo						1						1	0,1	0,16	PEX	1,2	12,92	25	20,4	2,97	1,61	4,58	0,48	0,019	0,11	0,36	0,47	0
Caixa 2 - M.L.Roupa							1					1	0,2	0,24	PEX	1,2	15,81	20	16,2	4,18	1,76	5,94	1,14	0,117	0,84	0,00	0,84	0
Caixa 4 - Lavatório		1										1	0,1	0,16	PEX	1,2	12,92	20	16,2	2,86	1,28	4,14	0,76	0,058	0,29	0,06	0,35	0
Caixa 4 - Bidé			1									1	0,1	0,16	PEX	1,2	12,92	20	16,2	0,99	1,50	2,49	0,76	0,058	0,17	-0,26	-0,09	0

**Construção Modular – Solução para soluções de envolvente exterior e redes interiores**

Solução 3		Aparelhos e dispositivos												Tubagem							Calculo							
		Aparelhos: Q ins em l/s										n	Qacum	Q dim		vb	D	Dn	Dint	L			Vesc	j	jxL	Δh	Δh total	
		Lavatório	Bidé	Banheira	Chuveiro	Autoclismo	Lava Louça	Máquina de lavar roupa	Máquina de lavar loiça	Esquentador	rega lavagem	Número de dispositivos	Caudal acumulado	Caudal de dimensionamento	Material	Velocidade base	Diâmetro calculado	Diâmetro nominal	Diâmetro interior	L horizontal	L vertical	L total	Velocidade do escoamento	Perda de carga unitária	Perda de carga no troço	Desnível geométrico entre a jusante e montante	Perda de carga total	
Troço																												
m	j	0,1	0,1	0,25	0,25	0,1	0,2	0,2	0,15	0,25	0,45	un	l/s	l/s	Sigla	m.s	mm	mm	mm	m			m/s	m.c.a/m	m.c.a	m	m	j
Caixa 4 - Banheira				1								1	0,25	0,27	PEX	1,2	16,87	25	20,4	1,65	1,76	3,41	0,82	0,049	0,20	1,5	1,70	0
Caixa 4 - Autoclismo						1						1	0,1	0,16	PEX	1,2	12,92	25	20,4	0,33	1,61	1,94	0,48	0,019	0,04	0,36	0,40	0
Caixa 5 - Lavatório		1										1	0,1	0,16	PEX	1,2	12,92	20	16,2	1,76	1,28	3,04	0,76	0,058	0,21	0,06	0,27	0
Caixa 5 - Bidé			1									1	0,1	0,16	PEX	1,2	12,92	20	16,2	0,99	1,50	2,49	0,76	0,058	0,17	-0,26	-0,09	0
Caixa 5 - Banheira				1								1	0,25	0,27	PEX	1,2	16,87	25	20,4	2,75	1,76	4,51	0,82	0,049	0,27	1,5	1,77	0
Caixa 5 - Autoclismo						1						1	0,1	0,16	PEX	1,2	12,92	25	20,4	1,98	1,61	3,59	0,48	0,019	0,08	0,36	0,44	0
Água Quente																												
Caixa 2 - Lava loiça								1				1	0,2	0,24	PEX	1,2	15,81	25	20,4	0,66	1,76	2,42	0,72	0,039	0,11	0,00	0,11	0
Esquentador - Caixa 2											1	1	0,25	0,27	PEX	1,2	16,87	25	20,4	1,43	2,59	4,02	0,82	0,049	0,24	1,25	5,17	3,68
Caixa 3 - Lavatório		1										1	0,1	0,16	PEX	1,2	12,92	20	16,2	2,64	1,28	3,92	0,76	0,058	0,27	0,06	0,33	0
Caixa 3 - Bidé			1									1	0,1	0,16	PEX	1,2	12,92	20	16,2	2,53	1,50	4,03	0,76	0,058	0,28	-0,26	0,02	0
Caixa 3 - Banheira				1								1	0,25	0,27	PEX	1,2	16,87	25	20,4	0,33	1,76	2,09	0,82	0,049	0,12	1,5	1,62	0
Caixa 4 - Lavatório		1										1	0,1	0,16	PEX	1,2	12,92	20	16,2	2,86	1,28	4,14	0,76	0,058	0,29	0,06	0,35	0
Caixa 4 - Bidé			1									1	0,1	0,16	PEX	1,2	12,92	20	16,2	0,99	1,50	2,49	0,76	0,058	0,17	-0,26	-0,09	0



**Construção Modular – Solução para soluções de envolvente exterior e redes interiores**

Solução 3		Aparelhos e dispositivos												Tubagem							Calculo							
		Aparelhos: Q ins em l/s										n	Qacum	Q dim		vb	D	Dn	Dint	L			Vesc	j	jxL	Δh	Δh total	
		Lavatório	Bidé	Banheira	Chuveiro	Autoclismo	Lava Louça	Máquina de lavar roupa	Máquina de lavar loiça	Esquentador	rega lavagem	Número de dispositivos	Caudal acumulado	Caudal de dimensionamento	Material	Velocidade base	Diâmetro calculado	Diâmetro nominal	Diâmetro interior	L horizontal	L vertical	L total	Velocidade do escoamento	Perda de carga unitária	Perda de carga no troço	Desnível geométrico entre a jusante e montante	Perda de carga total	
Troço																												
m	j	0,1	0,1	0,25	0,25	0,1	0,2	0,2	0,15	0,25	0,45	un	l/s	l/s	Sigla	m.s	mm	mm	mm	m			m/s	m.c.a/m	m.c.a	m	m	j
Caixa 4 - Banheira				1								1	0,25	0,27	PEX	1,2	16,87	25	20,4	1,65	1,76	3,41	0,82	0,049	0,20	1,5	1,70	0
Caixa 5 - Lavatório		1										1	0,1	0,16	PEX	1,2	12,92	20	16,2	1,76	1,28	3,04	0,76	0,058	0,21	0,06	0,27	0
Caixa 5-Bidé			1									1	0,1	0,16	PEX	1,2	12,92	20	16,2	0,99	1,50	2,49	0,76	0,058	0,17	-0,26	-0,09	0
Caixa 5- Banheira				1								1	0,25	0,27	PEX	1,2	16,87	25	20,4	2,75	1,76	4,51	0,82	0,049	0,27	1,5	1,77	0

Perda de carga associada ao percurso mais desfavorável	11,26	m.c.a
Perda de carga localizada (contador)	2	m.c.a
Pressão mínima a garantir no dispositivo mais desfavorável	10	m.c.a
Pressão necessária na rede geral de abastecimento	23,26	m.c.a



## **ANEXO III SISTEMA DE DRENAGEM DE ÁGUAS RESIDUAIS**

Neste anexo são apresentados os dimensionamentos para o sistema de drenagem de águas residuais para todas as soluções.

Construção Modular – Solução para de envolvente exterior e redes interiores

Solução 1		Aparelhos e dispositivos												Tubagem											
		Aparelhos: Q ins em l/min										n	Qacum	D ind.	Q dim		k	i	D	Dn	Dint	Q dim	ts	D	Dn
		Lavatório	Bidé	Banheira	Chuveiro	Autoclismo	Pia	Lava Louça	Máquina de lavar roupa	Máquina de lavar loiça	Número de dispositivos	Caudal acumulado	Diâmetro do ramal de descarga individual	Caudal de dimensionamento	Material	Constante de rugosidade	Inclinação	Diâmetro calculado	Diâmetro nominal	Diâmetro interior	Caudal de dimensionamento	Taxa de ocupação	Diâmetro calculado	Diâmetro nominal	
Troços	Q (l/min)	30	30	60	30	90	30	30	60	60	un	l/min	mm	m^3/s	Sigla	m^(1/3).s-1	m/m	mm	mm	mm	l/min		mm	mm	
		Diâmetro ind. (mm)	40	40	40	40	90	50	50	50															
Ramais individuais I.S 1																									
S1 - Lavatório		1									1	30	40		PVC										
S1 - Bidé			1								1	30	40		PVC										
S1 - Banheira				1							1	60	40		PVC										
S1 - Autoclismo						1					1	90	90		PVC										
S1- M.L.Roupa								1			1	30	50		PVC										
Ramais individuais I.S 2																									
S2 - Lavatório		1									1	30	40		PVC										
S2 - Bidé			1								1	30	40		PVC										
S2 - Banheira				1							1	60	40		PVC										
S2 - Autoclismo						1					1	90	90		PVC										
Ramais individuais I.S 3																									
S3 - Lavatório		1									1	30	40		PVC										
S3 - Bidé			1								1	30	40		PVC										

**Construção Modular – Solução para de envolvente exterior e redes interiores**

Solução 1		Aparelhos e dispositivos												Tubagem											
		Aparelhos: Q ins em l/min										n	Qacum	D ind.	Q dim		k	i	D	Dn	Dint	Q dim	ts	D	Dn
		Lavatório	Bidé	Banheira	Chuveiro	Autoclismo	Pia	Lava Louça	Máquina de lavar roupa	Máquina de lavar loiça	Número de dispositivos	Caudal acumulado	Diâmetro do ramal de descarga individual	Caudal de dimensionamento	Material	Constante de rugosidade	Inclinação	Diâmetro calculado	Diâmetro nominal	Diâmetro interior	Caudal de dimensionamento	Taxa de ocupação	Diâmetro calculado	Diâmetro nominal	
Troços	Q (l/min)	30	30	60	30	90	30	30	60	60															
	Diâmetro ind. (mm)	40	40	40	40	90	50	50	50	50	un	l/min	mm	m^3/s	Sigla	m^(1/3).s-1	m/m	mm	mm	mm	l/min		mm	mm	
S3 - Banheira				1							1	60	40		PVC										
S3 - Autoclismo						1					1	90	90		PVC										
Ramais individuais Cozinha																									
S4 - Lava loiça								1			1	30	50		PVC										
S4 - M.L.Loíça									1	1	60	50		PVC											
Ramais de ligação																									
Ramal de ligação (S1- T.Q)													0,0018	PVC	120	0,01	73,82	90							
Ramal de ligação (S2- T.Q)													0,0016	PVC	120	0,01	70,59	90							
Ramal de ligação (S3- T.Q)													0,0016	PVC	120	0,01	70,59	90							
Ramal de ligação (S4-Caixa 1)													0,0014	PVC	120	0,01	66,63	90							
Tubos de queda																									
T.Q																				395,22	0,14	140,43	160		
Coletores prediais																									
C_1													0,0074	PVC	120	0,02	0,085185	160							

Construção Modular – Solução para de envolvente exterior e redes interiores

Solução 1			Aparelhos e dispositivos											Tubagem												
			Aparelhos: Q ins em l/min										n	Qacum	D ind.	Q dim		k	i	D	Dn	Dint	Q dim	ts	D	Dn
			Lavatório	Bidé	Banheira	Chuveiro	Autoclismo	Pia	Lava Louça	Máquina de lavar roupa	Máquina de lavar loiça	Número de dispositivos	Caudal acumulado	Diâmetro do ramal de descarga individual	Caudal de dimensionamento	Material	Constante de rugosidade	Inclinação	Diâmetro calculado	Diâmetro nominal	Diâmetro interior	Caudal de dimensionamento	Taxa de ocupação	Diâmetro calculado	Diâmetro nominal	
Troços	Q (l/min)		30	30	60	30	90	30	30	60	60															
	Diâmetro ind. (mm)		40	40	40	40	90	50	50	50	50	un	l/min	mm	m^3/s	Sigla	m^(1/3).s-1	m/m	mm	mm	mm	l/min		mm	mm	
C_2														0,0088	PVC	120	0,02	0,090743	160							

Construção Modular – Solução para de envolvente exterior e redes interiores

Solução 2		Aparelhos e dispositivos												Tubagem										
		Aparelhos: Q ins em l/min									n	Qacum	D ind.	Q dim		k	i	D	Dn	Dint	Q dim	ts	D	Dn
		Lavatório	Bidé	Banheira	Chuveiro	Autoclismo	Pia	Lava Louça	Máquina de lavar roupa	Máquina de lavar loiça	Número de dispositivos	Caudal acumulado	Diâmetro do ramal de descarga individual	Caudal de dimensionamento	Material	Constante de rugosidade	Inclinação	Diâmetro calculado	Diâmetro nominal	Diâmetro interior	Caudal de dimensionamento	Taxa de ocupação	Diâmetro calculado	Diâmetro nominal
Troços	Q (l/min)	30	30	60	30	90	30	30	60	60														
	Diâmetro ind. (mm)	40	40	40	40	90	50	50	50	50	un	l/min	mm	m^3/s	Sigla	m^(1/3).s-1	m/m	mm	mm	mm	l/min		mm	mm
Ramais individuais I.S 1																								
S1 - Lavatório		1									1	30	40		PVC									
S1 - Bidé			1								1	30	40		PVC									
S1 - Banheira				1							1	60	40		PVC									
S1 - Autoclismo						1					1	90	90		PVC									
S1- M.L.Roupa								1			1	30	50		PVC									
Ramais individuais I.S 2																								
S2 - Lavatório		1									1	30	40		PVC									
S2 - Bidé			1								1	30	40		PVC									
S2 - Banheira				1							1	60	40		PVC									
S2 - Autoclismo						1					1	90	90		PVC									
Ramais individuais I.S 3																								
S3 - Lavatório		1									1	30	40		PVC									
S3 - Bidé			1								1	30	40		PVC									

**Construção Modular – Solução para de envolvente exterior e redes interiores**

Solução 2			Aparelhos e dispositivos											Tubagem											
			Aparelhos: Q ins em l/min								n	Qacum	D ind.	Q dim		k	i	D	Dn	Dint	Q dim	ts	D	Dn	
			Lavatório	Bidé	Banheira	Chuveiro	Autoclismo	Pia	Lava Louça	Máquina de lavar roupa	Máquina de lavar loiça	Número de dispositivos	Caudal acumulado	Diâmetro do ramal de descarga individual	Caudal de dimensionamento	Material	Constante de rugosidade	Inclinação	Diâmetro calculado	Diâmetro nominal	Diâmetro interior	Caudal de dimensionamento	Taxa de ocupação	Diâmetro calculado	Diâmetro nominal
Troços	Q (l/min)	30	30	60	30	90	30	30	60	60	un														
S3 - Banheira					1						1	60	40		PVC										
S3 - Autoclismo							1				1	90	90		PVC										
Ramais individuais Cozinha																									
S4 - Lava oiça									1		1	30	50		PVC										
S4 - M.L.Loixa									1	1	60	50		PVC											
Ramais de ligação																									
Ramal de ligação (S1- T.Q 1)														0,0018	PVC	120	0,01	73,82	90						
Ramal de ligação (S2- T.Q 2)														0,0016	PVC	120	0,01	70,59	90						
Ramal de ligação (S3- T.Q 2)														0,0016	PVC	120	0,01	70,59	90						
Ramal de ligação (S4-Caixa 2)														0,0014	PVC	120	0,01	66,63	90						
Tubos de queda																									
T.Q 1																					138,09	0,20	76,72	90	
T.Q 2																					257,13	0,14	119,53	160	
Coletores prediais																									



Construção Modular – Solução para de envolvente exterior e redes interiores

Solução 2			Aparelhos e dispositivos											Tubagem											
			Aparelhos: Q ins em l/min									n	Qacum	D ind.	Q dim		k	i	D	Dn	Dint	Q dim	ts	D	Dn
			Lavatório	Bidé	Banheira	Chuveiro	Autoclismo	Pia	Lava Louça	Máquina de lavar roupa	Máquina de lavar loiça	Número de dispositivos	Caudal acumulado	Diâmetro do ramal de descarga individual	Caudal de dimensionamento	Material	Constante de rugosidade	Inclinação	Diâmetro calculado	Diâmetro nominal	Diâmetro interior	Caudal de dimensionamento	Taxa de ocupação	Diâmetro calculado	Diâmetro nominal
Troços	Q (l/min)		30	30	60	30	90	30	30	60															
	Diâmetro ind. (mm)		40	40	40	40	90	50	50	50	50	un	l/min	mm	m^3/s	Sigla	m^(1/3).s-1	m/m	mm	mm	mm	l/min		mm	mm
C_1														0,0045	PVC	120	0,02	0,070703	110						
C_2														0,0059	PVC	120	0,02	0,078177	160						
C_3														0,0104	PVC	120	0,02	0,096739	160						

Construção Modular – Solução para de envolvente exterior e redes interiores

Solução 3		Aparelhos e dispositivos												Tubagem										
		Aparelhos: Q ins em l/min									n	Qacum	D ind.	Q dim		k	i	D	Dn	Dint	Q dim	ts	D	Dn
		Lavatório	Bidé	Banheira	Chuveiro	Autoclismo	Pia	Lava Louça	Máquina de lavar roupa	Máquina de lavar loiça	Número de dispositivos	Caudal acumulado	Diâmetro do ramal de descarga individual	Caudal de dimensionamento	Material	Constante de rugosidade	Inclinação	Diâmetro calculado	Diâmetro nominal	Diâmetro interior	Caudal de dimensionamento	Taxa de ocupação	Diâmetro calculado	Diâmetro nominal
Troços	Q (l/min)	30	30	60	30	90	30	30	60	60														
	Diâmetro ind. (mm)	40	40	40	40	90	50	50	50	50	un	l/min	mm	m^3/s	Sigla	m^(1/3).s-1	m/m	mm	mm	mm	l/min		mm	mm
Ramais individuais I.S 1																								
S1- Lavatório		1									1	30	40		PVC									
S1 - Bidé			1								1	30	40		PVC									
S1 - banheira				1							1	60	40		PVC									
S1 - Autoclismo						1					1	90	90		PVC									
Lavandaria																								
S5 - M.L.Roupa								1			1	30	50		PVC									
Ramais individuais I.S 2																								
S2 - lavatório		1									1	30	40		PVC									
S2 - bidé			1								1	30	40		PVC									
S2 - banheira				1							1	60	40		PVC									
S2 - Autoclismo						1					1	90	90		PVC									
Ramais individuais I.S 3																								
S3 - lavatório		1									1	30	40		PVC									

Construção Modular – Solução para de envolvente exterior e redes interiores

Solução 3		Aparelhos e dispositivos												Tubagem										
		Aparelhos: Q ins em l/min									n	Qacum	D ind.	Q dim		k	i	D	Dn	Dint	Q dim	ts	D	Dn
		Lavatório	Bidé	Banheira	Chuveiro	Autoclismo	Pia	Lava Louça	Máquina de lavar roupa	Máquina de lavar loiça	Número de dispositivos	Caudal acumulado	Diâmetro do ramal de descarga individual	Caudal de dimensionamento	Material	Constante de rugosidade	Inclinação	Diâmetro calculado	Diâmetro nominal	Diâmetro interior	Caudal de dimensionamento	Taxa de ocupação	Diâmetro calculado	Diâmetro nominal
Troços	Q (l/min)	30	30	60	30	90	30	30	60	60														
	Diâmetro ind. (mm)	40	40	40	40	90	50	50	50	50	un	l/min	mm	m^3/s	Sigla	m^(1/3).s-1	m/m	mm	mm	mm	l/min		mm	mm
S3 - Bidé			1								1	30	40		PVC									
S3 - Banheira				1							1	60	40		PVC									
S3 - Autoclismo						1					1	90	90		PVC									
Ramais individuais Cozinha																								
S4 – Lava loiça									1			1	30	50		PVC								
S4 - M.L.Loixa										1	1	60	50		PVC									
Ramais de ligação																								
Ramal de ligação (S1- T.Q 1)														0,0016	PVC	120	0,01	70,59	90					
Ramal de ligação (S2- Caixa 2)														0,0016	PVC	120	0,01	70,59	90					
Ramal de ligação (S3- T.Q 2)														0,0016	PVC	120	0,01	70,59	90					
Ramal de ligação (S4- Caixa 5)														0,0014	PVC	120	0,01	66,63	90					
Ramal de ligação (S5- Caixa 3)														0,0008	PVC	120	0,01	53,44	90					
Tubos de queda																								
T.Q 1																					128,56	0,25	64,96	90

Construção Modular – Solução para de envolvente exterior e redes interiores

Solução 3			Aparelhos e dispositivos												Tubagem										
			Aparelhos: Q ins em l/min									n	Qacum	D ind.	Q dim		k	i	D	Dn	Dint	Q dim	ts	D	Dn
			Lavatório	Bidé	Banheira	Chuveiro	Autoclismo	Pia	Lava Louça	Máquina de lavar roupa	Máquina de lavar loiça	Número de dispositivos	Caudal acumulado	Diâmetro do ramal de descarga individual	Caudal de dimensionamento	Material	Constante de rugosidade	Inclinação	Diâmetro calculado	Diâmetro nominal	Diâmetro interior	Caudal de dimensionamento	Taxa de ocupação	Diâmetro calculado	Diâmetro nominal
Troços	Q (l/min)	30	30	60	30	90	30	30	60	60	un	l/min	mm	m^3/s	Sigla	m^(1/3).s-1	m/m	mm	mm	mm	l/min		mm	mm	
	Diâmetro ind. (mm)	40	40	40	40	90	50	50	50	50															l/min
T.Q 2																				128,56	0,25	64,96	90		
Coletores prediais																									
C_1														0,0030	PVC	120	0,02	0,060282	110						
C_2														0,0059	PVC	120	0,02	0,078177	110						
C_3														0,0067	PVC	120	0,02	0,081794	110						
C_4														0,0030	PVC	120	0,02	0,060282	110						
C_5														0,0185	PVC	120	0,02	0,119898	125						

## **ANEXO IV SISTEMA DE DRENAGEM DE ÁGUAS PLUVIAIS**

Neste anexo são apresentados os dimensionamentos para o sistema de drenagem de águas residuais para todas as soluções.

Tabela do dimensionamento dos rufos da solução 1.

	Zona	Tempo de retorno	C	l	A	Qc	i	Material	k	b	H	h	Q.calc	Verificação
		anos		l/min.m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /s	m/m		m <sup>1/3</sup> .s-1	m	m	m	m <sup>3</sup> /s	
Rufo 1	C	5	1	2,1	27,23	0,001	0,0005	PVC	120	0,125	0,086	0,0602	0,001	Ok
Rufo 2	C	5	1	2,1	27,23	0,001	0,0005	PVC	120	0,125	0,086	0,0602	0,001	Ok
Rufo 3	C	5	1	2,1	27,23	0,001	0,0005	PVC	120	0,125	0,086	0,0602	0,001	Ok
Rufo 4	C	5	1	2,1	27,23	0,001	0,0005	PVC	120	0,125	0,086	0,0602	0,001	Ok

Tabela do dimensionamento dos tubos de queda da solução 1.

	h	Qc	g	$\alpha$	b	D int.	Q.calc	Verificação
	m	m <sup>3</sup> /s	m/s <sup>2</sup>			m	m/s	
T.Q_1	0,0602	0,001	9,81	0,453	0,35	0,044	0,008428	Ok
T.Q_2	0,0602	0,001	9,81	0,453	0,35	0,044	0,008428	Ok
T.Q_3	0,0602	0,001	9,81	0,453	0,35	0,044	0,008428	Ok
T.Q_4	0,0602	0,001	9,81	0,453	0,35	0,044	0,008428	Ok

Tabela do dimensionamento dos coletores da solução 1.

	Qc	k	i	D calc	D adoptado
	m <sup>3</sup> /s	m <sup>1/3</sup> .s-1	m/m	m	mm
C_1	0,002	120	0,001	0,0897474	110
C_2	0,002	120	0,001	0,0897474	110

Tabela do dimensionamento dos rufos da solução 2.

	Zona	Tempo de retorno	C	l	A	Qc	i	Material	k	b	H	h	Q.calc	Verificação
		anos		l/min.m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /s	m/m			m	m	m	m <sup>3</sup> /s	
Rufo 1	C	5	1	2,1	44,8	0,002	0,001	PVC	120	0,125	0,086	0,0602	0,002	Ok
Rufo 2	C	5	1	2,1	44,8	0,002	0,001	PVC	120	0,125	0,086	0,0602	0,002	Ok
Rufo 3	C	5	1	2,1	44,8	0,002	0,001	PVC	120	0,125	0,086	0,0602	0,002	Ok
Rufo 4	C	5	1	2,1	44,8	0,002	0,001	PVC	120	0,125	0,086	0,0602	0,002	Ok

Tabela do dimensionamento dos tubos de queda da solução 2.

	h	Qc	g	$\alpha$	b	D int.	Q.calc	D adoptado
	m	m/s	m/s <sup>-2</sup>			m	m/s	mm
T.Q_1	0,0602	0,002	9,81	0,453	0,35	0,044	0,008428	Ok
T.Q_2	0,0602	0,002	9,81	0,453	0,35	0,044	0,008428	Ok
T.Q_3	0,0602	0,002	9,81	0,453	0,35	0,044	0,008428	Ok
T.Q_4	0,0602	0,002	9,81	0,453	0,35	0,044	0,008428	Ok

Tabela do dimensionamento dos coletores da solução 2.

	Qc	k	i	D calc	D adoptado
	m <sup>3</sup> /s	m <sup>(1/3)</sup> .s-1	m/m	m	mm
C_1	0,002	120	0,001	0,0834107	110
C_2	0,002	120	0,001	0,0834107	110

Tabela do dimensionamento dos rufos da solução 3.

	Zona	Tempo de retorno	C	l	A	Qc	i	Material	k	b	H	h	Q.calc	Verificação
		anos		l/min.m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /s	m/m			m	m	m	m <sup>3</sup> /s	
Rufo 1	C	5	1	2,1	27,6	0,001	0,001	PVC	120	0,125	0,086	0,0602	0,002	Ok
Rufo 2	C	5	1	2,1	27,6	0,001	0,001	PVC	120	0,125	0,086	0,0602	0,002	Ok
Rufo 3	C	5	1	2,1	32,88	0,001	0,001	PVC	120	0,125	0,086	0,0602	0,002	Ok
Rufo 4	C	5	1	2,1	46,72	0,002	0,001	PVC	120	0,125	0,086	0,0602	0,002	Ok
Rufo 5	C	5	1	2,1	33,7	0,001	0,001	PVC	120	0,125	0,086	0,0602	0,002	Ok
Rufo 6	C	5	1	2,1	47,54	0,002	0,001	PVC	120	0,125	0,086	0,0602	0,002	Ok

Tabela do dimensionamento dos tubos de queda da solução 3.

	h	Qc	g	$\alpha$	b	D int.	Q.calc	D adoptado
	m	m/s	m/s <sup>2</sup>			m	m/s	mm
T.Q_1	0,0602	0,001	9,81	0,453	0,35	0,044	0,008428	Ok
T.Q_2	0,0602	0,001	9,81	0,453	0,35	0,044	0,008428	Ok
T.Q_3	0,0602	0,002	9,81	0,453	0,35	0,044	0,008428	Ok
T.Q_4	0,0602	0,003	9,81	0,453	0,35	0,044	0,008428	Ok

Tabela do dimensionamento dos coletores da solução 3.

	Qc	k	i	D calc	D adoptado
	m <sup>3</sup> /s	m <sup>(1/3)</sup> .s-1	m/m	m	mm
C_1	0,001	120	0,002	0,0610788	110
C_2	0,002	120	0,002	0,0792094	110
C_3	0,003	120	0,002	0,0968105	110



## ANEXO V TÉRMICA

Neste anexo são expostas o cálculo e verificações da transmissão térmica para a zona opaca corrente e não corrente bem como na zona húmida e seca.

É também apresentada a verificação da ocorrência de condensação superficial interior.

Nas seguintes tabelas encontram-se os cálculos para a determinação da transmissão térmica (U) na envoltente opaca em zona corrente, nos locais secos e húmidos.

Tabela da determinação do U para zonas opacas verticais correntes e secas.

Elemento	Espessura m	$\lambda$ W/m.C	R m <sup>2</sup> .C/W	U W/m <sup>2</sup> .C
Kronopoly OSB 4 Sanded	0,0120	0,13	0,09	0,26
Steico Flex	0,1000	0,038	2,63	
PN 100	0,0300	0,034	0,88	
Gypotec Standard	0,0095	0,25	0,04	
R se			0,04	
R si			0,13	

Tabela da determinação do U para zonas opacas verticais correntes e húmidas.

Elemento	Espessura m	$\lambda$ W/m.C	R m <sup>2</sup> .C/W	U W/m <sup>2</sup> .C
Kronopoly OSB 4 Sanded	0,0120	0,13	0,1	0,26
Steico Flex	0,1000	0,038	2,6	
PN 100	0,0300	0,034	0,9	
Gypotec Hidrofuga	0,0095	0,25	0,0	
R se			0,04	
R si			0,13	

Nas seguintes tabelas vão ser apresentadas as determinações das transmissões térmicas na envoltente opaca nas zonas não correntes secas e húmidas

Tabela da determinação do U para zonas opacas verticais não correntes e secas.

Elemento	Espessura m	$\lambda$ W/m.C	R m <sup>2</sup> .C/W	U W/m <sup>2</sup> .C
Hairsol 1025 M	0,0350	0,025	1,40	0,26
Kronopoly OSB 4 Sanded	0,0120	0,13	0,09	
PN 100	0,0300	0,034	0,88	
Gypotec Standard	0,0095	0,25	0,04	
Steico Flex	0,0500	0,038	1,32	
R se			0,04	
R si			0,13	

Tabela da determinação do U para zonas opacas verticais não correntes e húmidas.

Elemento	Espessura m	$\lambda$ W/m.C	R m <sup>2</sup> .C/W	U W/m <sup>2</sup> .C
Hairsol 1025 M	0,0350	0,025	1,4	
Kronopoly OSB 4 Sanded	0,0120	0,13	0,1	
PN 100	0,0300	0,034	0,9	
Gypotec Hidrofuga	0,0095	0,25	0,0	0,26
Steico Flex	0,0500	0,038	1,32	
R se			0,04	
R si			0,13	

Verificação da transmissão térmica em relação á zona não corrente em locais húmidos e secos. Esta não pode ser superior a duas vezes a transmissão na zona corrente.

Verificação (U não corrente <2*U zona corrente)		
U Zona Seca	<b>Ok</b>	
U Zona Húmida	<b>Ok</b>	

Relativamente à cobertura é apenas calculada a transmissão térmica em locais secos ou húmidos para a zona corrente, considerando a camada de ar no sentido ascendente e descendente.

Tabela da determinação do U para zonas opacas horizontais com camada de ar ascendente em zonas secas.

Elemento	Espessura m	$\lambda$ W/m.C	R m <sup>2</sup> .C/W	U W/m <sup>2</sup> .C
Hairisol 1000 C	0,0300	0,022	1,36	
Kronopoly OSB 3	0,0340	0,13	0,26	
G 70	0,0500	0,034	1,47	
Gypotec Standard	0,0095	0,25	0,04	0,30
Camada de Ar Ascendente (cobertura)	0,0900		0,08	
Camada de Ar Ascendente (teto falso)	0,4000		0,16	
R se			0,04	
R si			0,10	

Tabela da determinação do U para zonas opacas horizontais com camada de ar ascendente em zonas húmidas.

Elemento	Espessura	$\lambda$	R	U
	m	W/m.C	m <sup>2</sup> .C/W	W/m <sup>2</sup> .C
Hairisol 1000 C	0,0300	0,022	1,36	
Kronopoly OSB 3	0,0340	0,13	0,26	
G 70	0,0500	0,034	1,47	
Gypotec Hidrofuga + teto falso	0,0095	0,25	0,04	0,30
Camada de Ar Ascendente (cobertura)	0,0900		0,08	
Camada de Ar Ascendente (teto falso)	0,4000		0,23	
R se			0,04	
R si			0,10	

Tabela da determinação do U para zonas opacas horizontais com camada de ar descendente em zonas secas.

Elemento	Espessura	$\lambda$	R	U
	m	W/m.C	m <sup>2</sup> .C/W	W/m <sup>2</sup> .C
Hairisol 1000 C	0,0300	0,022	1,36	
Kronopoly OSB 3	0,03400	0,13	0,26	
G 70	0,0500	0,034	1,47	
Gypotec Standard + teto falso	0,0095	0,25	0,04	0,30
Camada de Ar Descendente (cobertura)	0,0900		0,08	
Camada de Ar Descendente (teto falso)	0,4000		0,16	
R se			0,04	
R si			0,17	

Tabela da determinação do U para zonas opacas horizontais com camada de ar descendente em zonas húmidas.

Elemento	Espessura	$\lambda$	R	U
	m	W/m.C	m <sup>2</sup> .C/W	W/m <sup>2</sup> .C
Hairisol 1000 C	0,0300	0,022	1,36	
Kronopoly OSB 3	0,03400	0,13	0,26	
G 70	0,0500	0,034	1,47	
Gypotec Hidrofuga + teto falso	0,0095	0,25	0,04	0,29
Camada de Ar Descendente (cobertura)	0,0900		0,08	
Camada de Ar Descendente (teto falso)	0,4000		0,23	
R se			0,04	
R si			0,17	

Cálculo da altura média da camada de ar na cobertura entre o revestimento exterior e a camada horizontal de OSB.

	H maximo (m)	H med (m)	Adotado (cm)
Solução 1	0,186	0,093	9
Solução 2	0,295	0,1475	9
Solução 3	0,186	0,093	9

Para o pavimento à semelhança do que aconteceu na cobertura é apenas calculada a transmissão térmica em locais secos ou húmidos para a zona corrente, considerando a camada de ar no sentido ascendente e descendente.

Não foi considerado para o cálculo do U o valor dos revestimentos interiores como já foi referido em 4.2.4.

Tabela da determinação do U para zonas opacas horizontais com camada de ar ascendente em zonas secas.

Elemento	Espessura m	$\lambda$ W/m.C	R m <sup>2</sup> .C/W	U W/m <sup>2</sup> .C
Kronoply Kompaktholz t+g	0,0250	0,13	0,19	
Floormate 200-A	0,0800	0,035	2,29	
UnderFloor	0,0036	0,07	0,05	0,37
R se			0,04	
R si			0,10	

Tabela da determinação do U para zonas opacas horizontais com camada de ar ascendente em zonas húmidas.

Elemento	Espessura m	$\lambda$ W/m.C	R m <sup>2</sup> .C/W	U W/m <sup>2</sup> .C
Kronoply Kompaktholz t+g	0,0250	0,13	0,19	
Floormate 200-A	0,0800	0,035	2,29	
UnderFloor	0,0036	0,07	0,05	0,37
R se			0,04	
R si			0,10	

Tabela da determinação do U para zonas opacas horizontais com camada de ar descendente em zonas secas.

Elemento	Espessura m	$\lambda$ W/m.C	R m <sup>2</sup> .C/W	U W/m <sup>2</sup> .C
Kronoply Kompaktholz t+g	0,0250	0,13	0,19	
Floormate 200-A	0,0800	0,035	2,29	
UnderFloor	0,0036	0,07	0,05	0,37
R se			0,04	
R si			0,17	

Tabela da determinação do U para zonas opacas horizontais com camada de ar descendente em zonas húmidas.

Elemento	Espessura m	$\lambda$ W/m.C	R m <sup>2</sup> .C/W	U W/m <sup>2</sup> .C
Kronoply Kompaktholz t+g	0,0250	0,13	0,19	
Floormate 200-A	0,080	0,035	2,29	
UnderFloor	0,0036	0,07	0,05	0,37
R se			0,04	
R si			0,17	

Na determinação da temperatura na superfície do revestimento interior da parede, foi utilizado o valor de U menos favorável na zona corrente e não corrente, para garantir que não exista condensação superficial.

Na cobertura é tido em conta o valor mais desfavorável para a camada de ar ascendente ou descendente.

A verificação foi efetuada tanto para a zona húmida como para a zona seca.

A verificação na cobertura foi efetuada para as condições da camada de ar ascendente e descendente.

Tabela do cálculo do fluxo (Q) na parede.

U	A m <sup>2</sup>	$\theta_e$ °C	$\theta_i$ °C	Q W
0,26	1	-10	18	7,18
0,26	1	-10	18	7,34

Tabela do cálculo da temperatura na superfície do revestimento interior da parede em zona corrente e não corrente.

<b>Zona não corrente</b>	<b>Zona corrente</b>
<b>°C</b>	<b>°C</b>
θ 1 -9,71	θ 1 -9,71
θ 2 0,34	θ 2 9,61
θ 3 9,79	θ 3 10,29
θ 4 10,45	θ 4 16,77
θ 5 16,79	θ 5 <b>17,05</b>
θ 6 <b>17,07</b>	

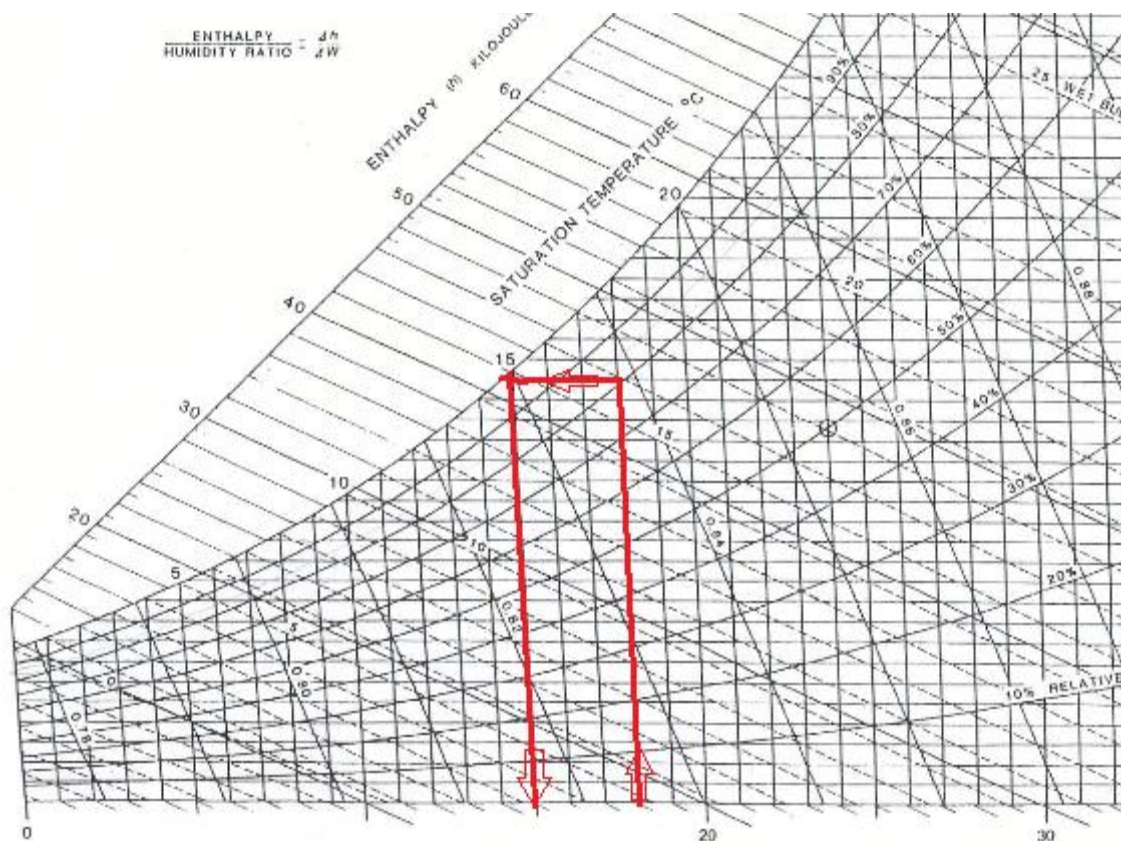
Tabela do cálculo do fluxo (Q) na cobertura.

<b>U</b>	<b>A</b>	<b>θ e</b>	<b>θ i</b>	<b>Q</b>
	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>°C</b>	<b>°C</b>	<b>W</b>
0,29	1	-10	18	8,53
0,29	1	-10	18	8,36

Tabela do cálculo da temperatura na superfície interior do revestimento interior da cobertura em zonas com a camada de ar ascendente e descendente.

<b>Zona: corrente de ar descendente</b>	<b>Zona: corrente de ar ascendente</b>
<b>°C</b>	<b>°C</b>
θ 1 -9,67	θ 1 -9,66
θ 2 0,36	θ 2 0,58
θ 3 1,03	θ 3 1,27
θ 4 2,64	θ 4 2,91
θ 5 3,97	θ 5 4,27
θ 6 16,26	θ 6 16,82
θ 7 <b>16,58</b>	θ 7 <b>17,15</b>

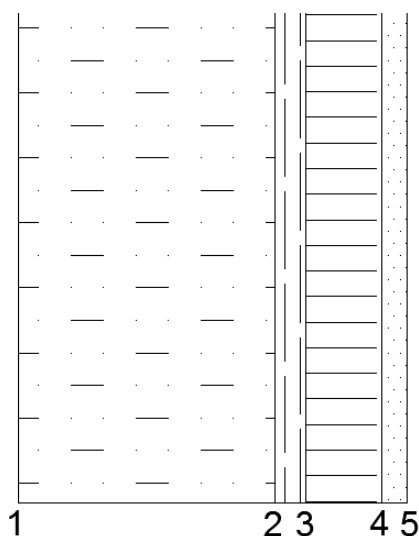
Determinação da temperatura de orvalho no diagrama psicrométrico para uma humidade relativa de 80% e uma temperatura interior de 18°C.



Para as condições descritas aplicando-as no diagrama psicrométrico é obtida uma temperatura de orvalho é de 14°C.

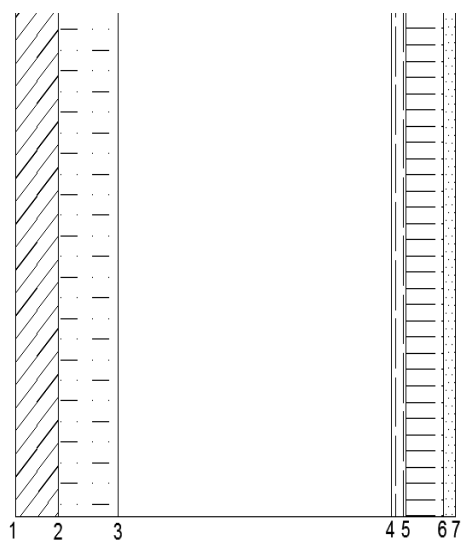
Como as temperaturas na parede  $\theta_5$  (temperatura superficial do revestimento interior) para a zona corrente e  $\theta_6$  (temperatura superficial do revestimento interior) são superiores a 14 °C, não existe condensação superficial. As mesmas conclusões são tiradas na cobertura visto as temperaturas  $\theta_7$  (temperatura superficial do revestimento interior) também serem superiores a 14 °C.

Descrição dos diferentes  $\theta$  utilizados no cálculo da temperatura superficial interior da parede em zona corrente.



- 1-  $\theta 1$  Temperatura superficial na face exterior da camada de isolamento flex
- 2-  $\theta 2$  Temperatura superficial na face interior da camada de isolamento flex
- 3-  $\theta 3$  Temperatura superficial na face interior do painel OSB
- 4-  $\theta 4$  Temperatura superficial na face interior da placa PN100
- 5-  $\theta 5$  Temperatura superficial na face interior da placa Gyptec

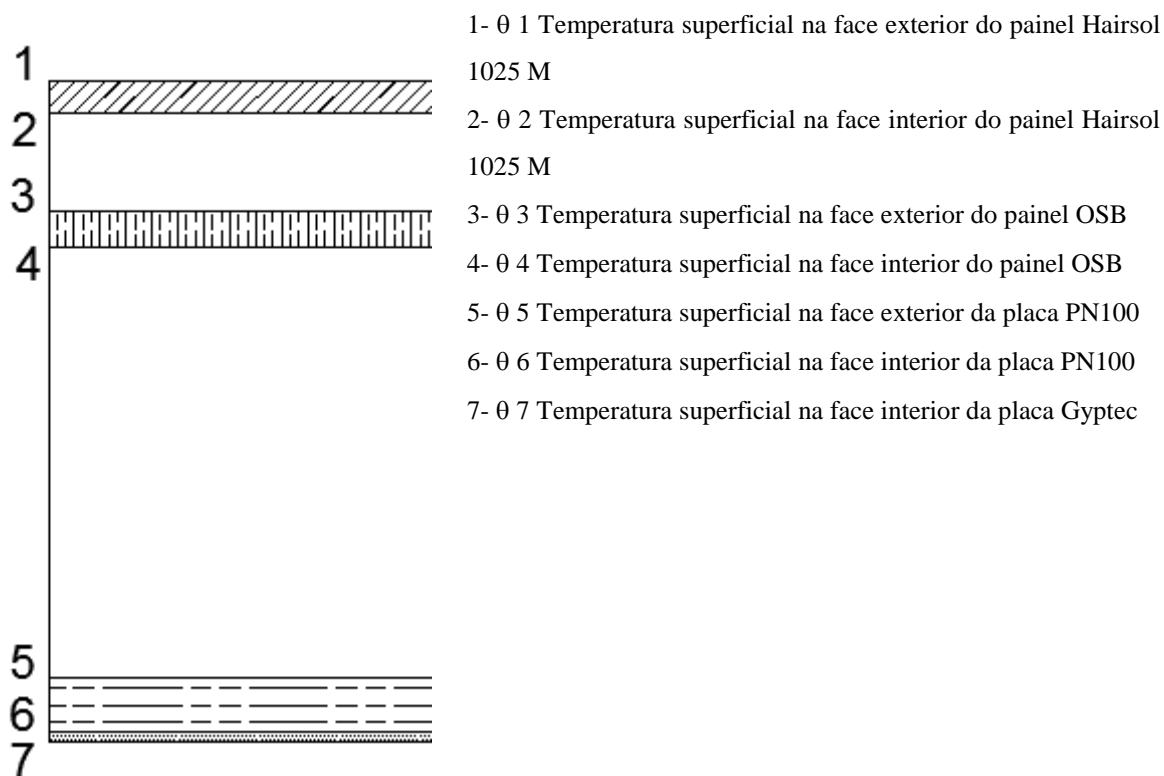
Descrição dos diferentes  $\theta$  utilizados no cálculo da temperatura superficial interior da parede em zona não corrente.



- 1-  $\theta 1$  Temperatura superficial na face exterior do painel Hairsol 1025 M
- 2-  $\theta 2$  Temperatura superficial na face interior do painel Hairsol 1025 M
- 3-  $\theta 3$  Temperatura superficial na face interior da camada de isolamento flex
- 4-  $\theta 4$  Temperatura superficial na face exterior do painel OSB
- 5-  $\theta 5$  Temperatura superficial na face interior do painel OSB
- 6-  $\theta 6$  Temperatura superficial na face interior da placa PN100
- 7-  $\theta 7$  Temperatura superficial na face interior da placa Gyptec



Descrição dos diferentes  $\theta$  utilizados no cálculo da temperatura superficial interior da cobertura em zona não corrente e não corrente.





## ANEXO VI ACÚSTICA

Neste anexo é realizado o cálculo da determinação do ponto R500 para o traçado da lei da massa, é ainda calculada a frequência do conjunto e as frequências de cada elemento, sendo a estas são associadas as respetivas perdas. São apresentadas as tabelas para a parede e cobertura respetivamente.

É também feito o acumulado das variações  $\Delta L_i$  para efetuar as verificações dos limites como foi explicado em 4.2.5.

Por último é apresentada a verificação regulamentar para os sons de condução área.

Tabela das frequências críticas e quebras associadas para diferentes elementos.

Material	Quebra por efeito de coincidência (dB)	Frequência crítica para 1 cm de espessura (Hz)
Borracha	4	85000
Cortiça	4	18000
Poliestireno expandido	5	14000
Madeira	6	6000 a 18000
Chumbo	5	8000
Gesso	7	4000
Tijolo maciço	9	2500 a 5000
Tijolo furado	9	2000
Betão	8	1800
Alumínio	10	1300
Vidro	10	1200
Aço	10	1000

Tabela do cálculo das frequências e perdas associadas da parede.

Elemento	Espessura cm	Massa kg/m <sup>3</sup>	Massa kg/m <sup>2</sup>	Ponto R500 dB	Frequência do conjunto Hz	Frequência do elemento Hz	Perda dB
Hairsol 1025 M	3,50	-	10,00			4000	5
Kronopoly OSB 4 Sanded	1,20	620	7,44			10000	6
Steico Flex	10,00	50	5,00			600	6
PN 100	3,00	100	3,00			6000	4
Gypotec Standard	0,95	7,5	0,07			4211	7
	16,8			36,11	83,11	1012	2
	16,8					2024	2
	16,8					3036	2
Camada de Ar horizontal	16,8	-				4048	2
	16,8					5060	2
	16,8					6071	2
	16,8					7083	2

Tabela do cálculo das frequências e perdas associadas para a cobertura.

Elemento	Espessura cm	Massa kg/m <sup>3</sup>	Massa kg/m <sup>2</sup>	Ponto R500 dB	Frequência do conjunto Hz	Frequência do elemento Hz	Perda dB
Hairisol 1000 C	3,00	-	10,00			4667	5
Kronopoly OSB 3	3,40	620,00	21,08			4800	6
G 70	5,00	70,00	3,50			3600	4
Gyptec Standard	0,95	7,50	0,07			4211	7
	40					425	2
	40					850	2
	40					1275	2
	40					1700	2
	40					2125	2
	40					2550	2
	40			37,88	76,00	2975	2
	40					3400	2
Camada de Ar horizontal	40	-				3825	2
	40					4250	2
	40					4675	2
	40					5100	2
	40					5525	2
	40					5950	2
	40					6375	2
	40					6800	2

Verificação dos desníveis  $\Delta li$ , sendo que o  $\Delta li$  máximo é de 2.

Verificação da parede:

Frequência Hz	Desnível dB	Desnível máximo dB	$\Delta li$
125	5,29	8	
250	2,03	8	
500	3,33	8	
1000	-	8	1,78
2000	-	8	
4000	-	8	
8000	-	8	

Verificação da cobertura:

Frequência Hz	Desnível dB	Desnível máximo dB	$\Delta li$
125	6,31	8	1,84
250	3,05	8	
500	1,72	8	
1000	-	8	
2000	-	8	
4000	-	8	
8000	-	8	

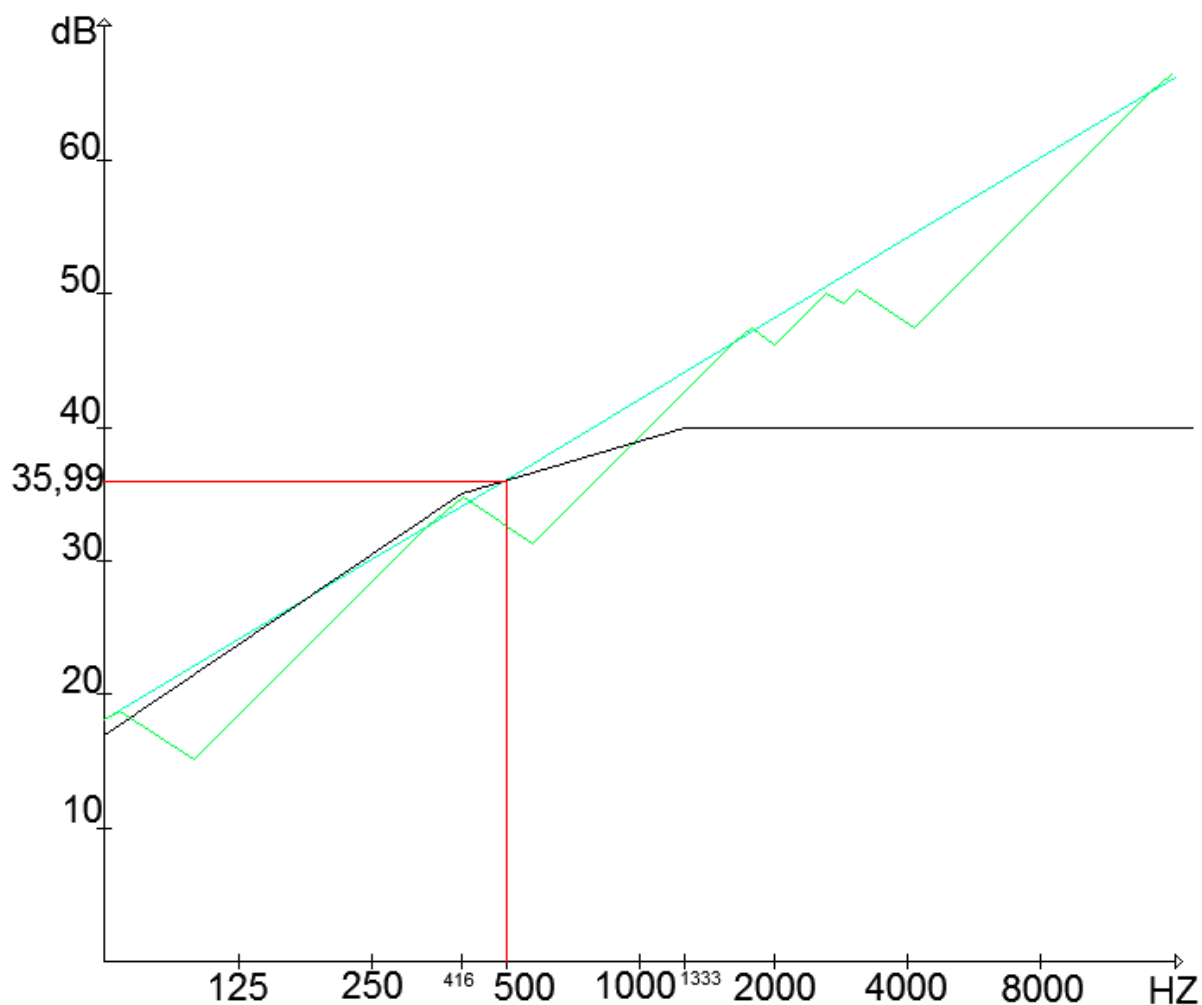
Verificação regulamentar da parede.

Valor obtido	Valor considerado	Mínimo regulamentar	Verificação
35,99	35	33	<b>OK</b>

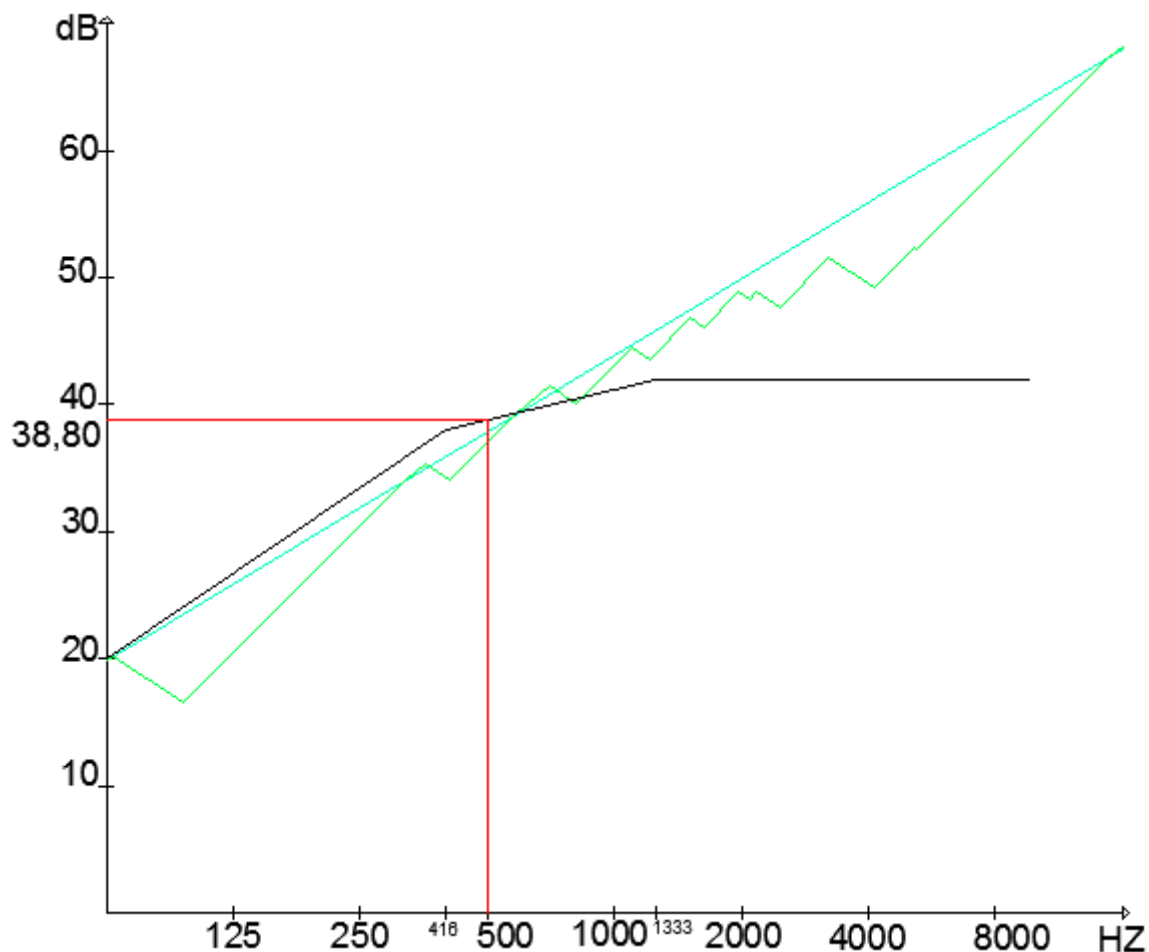
Verificação regulamentar da cobertura.

Valor obtido	Valor considerado	Mínimo regulamentar	Verificação
38,80	38	33	<b>OK</b>

A seguinte imagem é a representação do dimensionamento acústico da parede. A linha de equação do tipo  $y=mx$  é a lei da massa, a curva que apresenta máximos e mínimos é a lei da frequência, o conjunto de seguimentos de reta é a curva NP-2073 por último a linha que parte no ponto de frequência 500 Hz e liga ao ponto de 35,99 dB esse conjunto de linhas representa o valor com o qual se vai fazer a verificação regulamentar.



A seguinte imagem é a representação do dimensionamento acústico da cobertura. A linha de equação do tipo  $y=mx$  é a lei da massa, a curva que apresenta máximos e mínimos é a lei da frequência, o conjunto de seguimentos de reta é a curva NP-2073 por ultimo a linha que parte no ponto de frequência 500 Hz e liga ao ponto de 37,99 dB esse conjunto de linhas representa o valor com o qual se vai fazer a verificação regulamentar.







## **ANEXO VII SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO**

Neste anexo é feito o preenchimento das fichas de segurança contra incêndio, sendo que os dados relativos a identificação são fictícios para se poder proceder ao preenchimento desses campos.

No cálculo da altura da UT foi considerado que a cota do plano de referência (acesso ao edifício e a viaturas de socorro) encontra-se a meio metro da cota do pavimento do rés-do-chão.

## Exemplo do preenchimento da ficha de segurança contra incêndio da solução 1

A entregar e fiscalizar na Câmara Municipal **Estarreja**

Distrito **Aveiro**

Processo nº

### 1 – IDENTIFICAÇÃO

#### 1.1 – Prédio Urbano

Morada **Rua do falcão nº35**  
 Código Postal **3860 - 060**  
 Matriz Predial Freguesia de \_\_\_\_\_ Art.º \_\_\_\_\_ Conservatória da Região \_\_\_\_\_ Predial de \_\_\_\_\_ n.º \_\_\_\_\_  
 Licença de utilização nº \_\_\_\_\_ Emitida em \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_  
 Alvará de licença de construção nº \_\_\_\_\_ Emitido em \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ Prazo previsto para conclusão das obras \_\_\_\_\_

#### 1.2 – Requerente

Nome **Caridade Fátima Costa Pinto Lima** NIF / NIPC \_\_\_\_\_  
 Morada **Rua do falcão nº 36** Código Postal **3860 - 060** **Avanca**

#### 1.3 – Autor da presente Ficha de SCIE / Art.º 10º, Art.º 11º do RJ-SCIE

Nome **Filipe Pinto de Carvalho Lima** NIF \_\_\_\_\_  
 Categoria Profissional nº \_\_\_\_\_ Ordem dos Arquitectos ☐ Ordem dos Engenheiros ☐ Associação Nacional dos Engenheiros Técnicos ☐  
 Morada **Rua do falcão nº36** Código Postal **3860 - 60** **Avanca**

### 2 - CARACTERIZAÇÃO DO EDIFÍCIO OU RECINTO E DAS UTILIZAÇÕES-TIPO / Art.º 10º, Art.º 12 e Art.º 13º do RJ-SCIE

#### 2.1 – Caracterização das Utilizações-Tipo (Operação urbanística)

UT	Altura UT (m)	Nº Pisos	Pisos	Área bruta (m²)
UT <b>I</b>	<b>3,5</b>	<b>2</b>	<b>a</b>	<b>108,92</b>
UT _____	_____	_____	a _____	_____
UT _____	_____	_____	a _____	_____

#### 2.2 – Caracterização Global do Edifício (onde se integram as UT, objecto da operação urbanística)

Área bruta total **217,84** m² Nº total de fracções **1** Nº total de pisos **2** Acima do solo **2** Abaixo do solo **0**  
 Altura do Edifício **6** m Nº total de escadas **1** Nº de Ascensores **0**

Indique e caracterize todas as Utilizações-Tipo existentes na Edificação	Nº Pisos	Pisos	Área bruta (m²)
UT I - Habitacionais: Unifamiliar: Isolada <input checked="" type="checkbox"/> Geminada <input type="checkbox"/> Banda <input type="checkbox"/> Multifamiliar <input type="checkbox"/>	<b>2</b>	<b>a</b>	<b>108,92</b>
UT II – Estacionamentos	_____	a _____	_____
UT III – Administrativos	_____	a _____	_____
UT VI – Espectáculos e Reuniões Públicas	_____	a _____	_____
UT VII – Hoteleiros e Restauração	_____	a _____	_____
UT VIII – Comerciais e Gares de Transportes	_____	a _____	_____
UT IX – Desportivos e de Lazer	_____	a _____	_____
UT X – Museus e Galerias de Arte	_____	a _____	_____
UT XI – Bibliotecas e Arquivos	_____	a _____	_____
UT XII – Industriais, Oficinas e Armazéns / Carga de Incêndio _____ m²	_____	a _____	_____

### 3 – CONDIÇÕES EXTERIORES AO EDIFÍCIO OU RECINTO

Cumpra os artigos aplicáveis do Título II do RJ-SCIE (Condições Exteriores Comuns), designadamente Art.º 3º e Art.º 12 ☐  
 Caracterize a via de acesso ao edifício e fachada: Largura útil \_\_\_\_\_ m Altura útil \_\_\_\_\_ m Inclinação \_\_\_\_\_ %  
 Menor distância entre fachadas em confronto \_\_\_\_\_ m Zonas da fachada com ângulos de abertura inferior a 135º \_\_\_\_\_  
 Distância da saída do edifício ao: Marco de incêndio mais próximo: \_\_\_\_\_ m à boca-de-incêndio, mais próxima: \_\_\_\_\_ m  
 As paredes de empena possuem: Resistência ao fogo E: \_\_\_\_\_ «Guarda fogos», com altura > 0,6m: \_\_\_\_\_ Resistência ao fogo da cobertura: RE: \_\_\_\_\_

### 4 – RESISTÊNCIA AO FOGO DOS ELEMENTOS DE CONSTRUÇÃO / Anexo II e VI do RJ-SCIE

#### 4.1 – Isolamento e Protecção dos Elementos Estruturais e Incorporados

Cumpra os artigos aplicáveis do Título III do RJ-SCIE (Comportamento ao fogo, Isolamento e Protecção), nomeadamente Art.º 14º a Art.º 19º e considerando as disposições específicas do Título VIII (Condições Específicas das Utilizações-Tipo): ☒  
 Elementos estruturais apenas com função suporte de cargas, possuem resistência ao fogo: R \_\_\_\_\_  
 Elementos estruturais com função suporte e de compartimentação, possuem resistência ao fogo: REI \_\_\_\_\_  
 Elementos de isolamento e protecção entre Utilizações-Tipo distintas, possuem comportamento ao fogo (REI/EI) \_\_\_\_\_

ATENÇÃO: Termina aqui o preenchimento da Ficha para Habitação Unifamiliar isolada, geminada ou em banda

## Exemplo do preenchimento da ficha de segurança contra incêndio da solução 2

A entregar e fiscalizar na Câmara Municipal **Estarreja**

Distrito **Aveiro**

Processo nº

### 1 – IDENTIFICAÇÃO

#### 1.1 – Prédio Urbano

Morada **Rua do falcão nº35**

Código Postal **3860** - **060**

Matriz Predial Freguesia de **Art. n.º** **Conservatória do Registo Predial de** **n.º**

Licença de utilização nº **Emitida em** **/** **/**

Alvará de licença de construção nº **Emitido em** **/** **/** **Prazo previsto para conclusão das obras**

#### 1.2 – Requerente

Nome **Caridade Fátima Costa Pinto Lima** NIF / NIPC

Morada **Rua do falcão nº 36** Código Postal **3860** - **060** **Avanca**

#### 1.3 – Autor da presente Ficha de SCIE / Art.º 6º, Art.º 31º do RJ-SCIE

Nome **Filipe Pinto de Carvalho Lima** NIF

Carteira Profissional nº **Ordem dos Arquitectos** **Ordem dos Engenheiros** **Associação Nacional dos Engenheiros Técnicos**

Morada **Rua do falcão nº36** Código Postal **3860** - **60** **Avanca**

### 2 - CARACTERIZAÇÃO DO EDIFÍCIO OU RECINTO E DAS UTILIZAÇÕES-TIPO Art.º 8º, Art.º 12 e Art.º 13º do RJ-SCIE

#### 2.1 – Caracterização das Utilizações-Tipo (Operação urbanística)

		Altura UT (m)	Nº Pisos	Pisos	Área bruta (m²)
UT	<b>I</b>	<b>0,5</b>	<b>1</b>	<b>a</b>	<b>179,19</b>
UT				<b>a</b>	
UT				<b>a</b>	

#### 2.2 – Caracterização Global do Edifício (onde se integram as UT, objecto da operação urbanística)

Área bruta total	<b>179,19</b> m²	Nº total de fracções	<b>1</b>	Nº total de pisos	<b>1</b>	Acima do solo	<b>1</b>	Abaixo do solo	<b>0</b>
Altura do Edifício	<b>3</b> m	Nº total de escadas	<b>0</b>	Nº de Ascensores	<b>0</b>				

Indique e caracterize todas as Utilizações-Tipo existentes na Edificação	Nº Pisos	Pisos	Área bruta (m²)
UT I - Habitacionais: Unifamiliar: Isolada <input checked="" type="checkbox"/> Geminada <input type="checkbox"/> Banda <input type="checkbox"/> / Multifamiliar <input type="checkbox"/>	<b>1</b>	<b>a</b>	<b>179,19</b>
UT II – Estacionamentos		<b>a</b>	
UT III – Administrativos		<b>a</b>	
UT VI – Espectáculos e Reuniões Públicas		<b>a</b>	
UT VII – Hoteleiros e Restauração		<b>a</b>	
UT VIII – Comerciais e Gares de Transportes		<b>a</b>	
UT IX – Desportivos e de Lazer		<b>a</b>	
UT X – Museus e Galerias de Arte		<b>a</b>	
UT XI – Bibliotecas e Arquivos		<b>a</b>	
UT XII – Industriais, Oficinas e Armazéns / Carga de Incêndio		<b>a</b>	

### 3 – CONDIÇÕES EXTERIORES AO EDIFÍCIO OU RECINTO

Cumpra os artigos aplicáveis do Título II do RJ-SCIE (Condições Exteriores Comuns), designadamente Art.º 3º e Art.º 12 ☒

Caracterize a via de acesso ao edifício e fachada: Largura útil **m** Altura útil **m** Inclinação **%**

Menor distância entre fachadas em confronto **m** Zonas da fachada com ângulos de abertura inferior a 135º **m**

Distância da saída do edifício ao: Marco de incêndio mais próximo: **m** à boca-de-incêndio, mais próxima: **m**

As paredes de empena possuem: Resistência ao fogo **E** «Guarda-fogos», com altura > 0,6m: **Resistência ao fogo da cobertura: RE**

### 4 – RESISTÊNCIA AO FOGO DOS ELEMENTOS DE CONSTRUÇÃO / Anexo II e VI do RJ-SCIE

#### 4.1 – Isolamento e Protecção dos Elementos Estruturais e Incorporados

Cumpra os artigos aplicáveis do Título III do RJ-SCIE (Comportamento ao fogo, Isolamento e Protecção), nomeadamente Art.º 14º a Art.º 19º e considerando as disposições específicas do Título VIII (Condições Específicas das Utilizações-Tipo): ☒

Elementos estruturais apenas com função suporte de cargas, possuem resistência ao fogo: **R**

Elementos estruturais com função suporte e de compartimentação, possuem resistência ao fogo: **REI**

Elementos de isolamento e protecção entre Utilizações-Tipo distintas, possuem comportamento ao fogo: **(REVEI)**

ATENÇÃO: Termina aqui o preenchimento da Ficha para Habitações Unifamiliares isoladas, geminadas ou em banda

## Exemplo do preenchimento da ficha de segurança contra incêndio da solução 3

A entregar e fiscalizar na Câmara Municipal **Estarreja**

Distrito **Aveiro**

Processo nº **12/2017**

### 1 – IDENTIFICAÇÃO

#### 1.1 – Prédio Urbano

Morada **Rua do falcão nº35**  
 Código Postal **3860** - **060**  
 Matriz Predial Freguesia de **Matriz** Art.º **1** / Conservatória do Registo Predial de **Matriz** n.º **1**  
 Licença de utilização nº **1** Emitida em **1** / **1** / **2017**  
 Alvará de licença de construção nº **1** Emitido em **1** / **1** / **2017** Prazo previsto para conclusão das obras **1**

#### 1.2 – Requerente

Nome **Caridade Fátima Costa Pinto Lima** NIF / NIPC **123456789**  
 Morada **Rua do falcão nº 36** Código Postal **3860** - **060** **Avanca**

#### 1.3 – Autor da presente Ficha de SCIE / Art.º 6º, Art.º 31º do RJ-SCIE

Nome **Filipe Pinto de Carvalho Lima** NIF **123456789**  
 Carteira Profissional nº **123456789** Ordem dos Arquitectos ☒ Ordem dos Engenheiros ☐ Associação Nacional dos Engenheiros Técnicos ☐  
 Morada **Rua do falcão nº36** Código Postal **3860** - **60** **Avanca**

### 2 – CARACTERIZAÇÃO DO EDIFÍCIO OU RECINTO E DAS UTILIZAÇÕES-TIPO / Art.º 8º, Art.º 12 e Art.º 13º do RJ-SCIE

#### 2.1 – Caracterização das Utilizações-Tipo (Operação urbanística)

	Altura UT (m)	Nº Pisos	Pisos	Área bruta (m²)
UT <b>I</b> - <b>Habitacionais</b>	<b>0,5</b>	<b>1</b>	<b>a</b>	<b>216,06</b>
UT <b>II</b> - <b>Estacionamentos</b>			<b>a</b>	
UT <b>III</b> - <b>Administrativos</b>			<b>a</b>	

#### 2.2 – Caracterização Global do Edifício (onde se integram as UT, objecto da operação urbanística)

Área bruta total <b>216,06</b> m²	Nº total de fracções <b>1</b>	Nº total de pisos <b>1</b>	Acima do solo <b>1</b>	Abaixo do solo <b>0</b>
Altura do Edifício <b>3</b> m	Nº total de escadas <b>0</b>	Nº de Ascensores <b>0</b>		

Indique e caracterize todas as Utilizações-Tipo existentes na Edificação	Nº Pisos	Pisos	Área bruta (m²)
UT I - Habitacionais: Unifamiliar: Isolada <input checked="" type="checkbox"/> Geminada <input type="checkbox"/> Banda <input type="checkbox"/> / Multifamiliar <input type="checkbox"/>	<b>1</b>	<b>a</b>	<b>216,06</b>
UT II - Estacionamentos		<b>a</b>	
UT III - Administrativos		<b>a</b>	
UT VI - Espectáculos e Reuniões Públicas		<b>a</b>	
UT VII - Hoteleiros e Restauração		<b>a</b>	
UT VIII - Comerciais e Gares de Transportes		<b>a</b>	
UT IX - Desportivos e de Lazer		<b>a</b>	
UT X - Museus e Galerias de Arte		<b>a</b>	
UT XI - Bibliotecas e Arquivos		<b>a</b>	
UT XII - Industriais, Oficinas e Armazéns / Carga de Incêndio <b>1</b> MJ/m²		<b>a</b>	

### 3 – CONDIÇÕES EXTERIORES AO EDIFÍCIO OU RECINTO

Cumprir os artigos aplicáveis do Título II do RJ-SCIE (Condições Exteriores Comuns), designadamente Art.º 3º e Art.º 12º ☒  
 Caracterizar a via de acesso ao edifício e fachada: Largura útil **3** m Altura útil **3** m Inclinação **0** %  
 Menor distância entre fachadas em confronto **3** m Zonas da fachada com ângulos de abertura inferior a 135º **0**  
 Distância da saída do edifício ao: Marco de incêndio mais próximo: **3** m à boca-de-incêndio, mais próxima: **3** m  
 As paredes de empena possuem: Resistência ao fogo **E** «Guarda-fogos», com altura > 0,6m: **3** Resistência ao fogo da cobertura: **RE**

### 4 – RESISTÊNCIA AO FOGO DOS ELEMENTOS DE CONSTRUÇÃO / Anexo II e VI do RJ-SCIE

#### 4.1 – Isolamento e Protecção dos Elementos Estruturais e Incorporados

Cumprir os artigos aplicáveis do Título III do RJ-SCIE (Comportamento ao fogo, isolamento e protecção), nomeadamente Art.º 14º a Art.º 19º e considerando as disposições específicas do Título VIII (Condições Específicas das Utilizações-Tipo) ☒  
 Elementos estruturais apenas com função suporte de cargas, possuem resistência ao fogo: **R** **1**  
 Elementos estruturais com função suporte e de compartimentação, possuem resistência ao fogo: **REI** **1**  
 Elementos de isolamento e protecção entre Utilizações-Tipo distintas, possuem comportamento ao fogo (REVEI) **1**

ATENÇÃO: Termina aqui o preenchimento da Ficha para Habitações Unifamiliares isoladas, geminadas ou em banda

## ANEXO VIII ESTABILIDADE

Neste anexo são apresentados os cálculos para a determinação da resistência da ligação aparafusada necessária.

Parede:

Pano exterior

Foi considerado que a distância vertical entre as fixações é de 1 metro e na horizontal é de 0,6 metros. O peso considerado é o do painel harisol 1025 M.

Elemento	Espessura cm	Massa kg/m <sup>3</sup>	Massa kN/m <sup>2</sup>
Hairsol 1025 M	3,50	-	0,01
Kronopoly OSB 4 Sanded	1,20	620,00	0,07
Steico Flex	10,00	50,00	0,05
PN 100	3,00	100,00	0,03
Gyptec	0,95	7,50	0,001

Zona B	h <10m	δp e	δp i	P kN/m <sup>2</sup>
	0,90	0,70	0,30	0,90

Axial				
Combinação de ação	l m	Psd kN/m <sup>2</sup>	F kN	F/2 kN
1,5W	0,60	1,35	0,81	<b>0,41</b>

Corte				
Combinação de ação	l m	Psd kN/m <sup>2</sup>	F kN	F/2 kN
1,35 G	1,00	0,14	0,09	<b>0,04</b>

Pano interior:

Foi considerada entre as fixações, é de 1 metro na vertical. O Peso é composto pela soma do painel de lã de rocha pn100 mais a placa de gesso cartonado gypetc.

Corte				
Combinação de ação	l m	Psd kN/m <sup>2</sup>	F kN	F/2 kN
1,35 G	1,00	0,14	0,09	<b>0,04</b>

#### Cobertura:

Por simplificação e também pela pendente ser de apenas 5% foi considerada que a carga era vertical.

Elemento	Espessura cm	Massa kg/m <sup>3</sup>	Massa kg/m <sup>2</sup>
Hairisol 1000 C	3,00	-	0,010
Kronopoly OSB 3	3,40	620,00	0,211
G 70	5,00	70,00	0,035
Gypotec	0,95	7,50	0,001
Estrutura metálica da cobertura			0,120

#### Pano exterior:

O Peso é composto pelo painel Hairisol 1000 C e pela estrutura metálica assim sendo o mesmo tipo de parafuso pode ligar a estrutura metálica ao suporte e o painel Hairisol 1000 C à estrutura metálica.

Zona	h <10m	$\delta p_e$	$\delta p_i$	P kN/m <sup>2</sup>	Q kN/m <sup>2</sup>	S kN/m <sup>2</sup>
B	0,90	0,90	0,60	1,35	0,30	2,30

Hairisol 1000 C + estrutura metálica				
Combinação de ação	l m	Ps <sub>d</sub> kN/m <sup>2</sup>	F kN	F/2 kN
1,35 G + 1,5 Q	0,60	0,63	0,38	0,19
1,35 G + 1,5 (Q+0,6 S+0,4 W)	0,60	3,51	2,11	1,06
1,35 G + 1,5 W	0,60	2,20	1,32	0,66
1,35 G + 1,5 (W+0,6 S+0,4Q)	0,60	4,46	2,67	1,34
1,35 G + 1,5 S	0,60	3,63	2,18	1,09
1,35 G + 1,5 (S + 0,4 W + 0,4*Q)	0,60	4,62	2,77	<b>1,39</b>

#### Pano interior:

O Peso é composto por todas as componentes para a determinação da ligação aparafusada do painel osb às vigas de suporte.

Painel OSB				
Combinação de ação	l m	Ps <sub>d</sub> kN/m <sup>2</sup>	F kN	F/2 kN
1,35 G	0,60	0,44	0,26	<b>0,13</b>

O Peso para o dimensionamento do tirante e a ligação aparafusada do teto falso é composto pela placa de gesso cartonado gypetc e pelo painel de lã de rocha g70.

<b>Gyptec+g70</b>				
Combinação de ação	l	Psd	F	F/2
	m	kN/m <sup>2</sup>	kN	kN
1,35 G	1,00	0,05	0,03	<b>0,01</b>

Pavimento:

A distância considerada é de 0,6 metros entre os apoios. O único elemento com ligação aparafusada é o painel OSB. De acordo com o RSA foi considerada uma sobrecarga de 2kN/m<sup>2</sup>.

Elemento	Espessura m	Massa kg/m <sup>3</sup>	Massa kg/m <sup>2</sup>
Kronoply Kompaktholz t+g	0,025	600,00	0,0015
Floormate 200-A	0,070	30,00	0,0002
UnderFloor	0,036	250,00	0,0009
Novilion	0,002	2,50	5E-07

Combinação de ação	l m	Psd kN/m <sup>2</sup>	F kN	F/2 kN
1,35 G + 1,5 Q	0,60	3,00	1,80	<b>0,90</b>

Determinação do Psd para a verificação à deformação do painel sandwich da cobertura.

Elemento	Espessura cm	Massa kg/m <sup>3</sup>	Massa kN/m <sup>2</sup>
Hairisol 1000 C	3	-	0,01

Zona	h <10m	δp e	δp i	P kN/m <sup>2</sup>	Q kN/m <sup>2</sup>	S kN/m <sup>2</sup>
B	0,90	0,90	0,60	1,35	0,30	2,30

Combinação de ação	Psd kN/m <sup>2</sup>
1,35 G + 1,5 Q	0,59
1,35 G + 1,5 (0,3 S+0,2 W)	1,58
1,35 G + 1,5 W	2,16
1,35 G + 1,5 (W+0,3 S)	3,20
1,35 G + 1,5 S	3,59
1,35 G + 1,5 (S+ 0,2 W )	<b>3,99</b>

Determinação do Psd para a verificação à deformação do painel OSB.

Elemento	Espessura cm	Massa kg/m <sup>3</sup>	Massa kN/m <sup>2</sup>
Hairsol 1000 C	3,00	-	0,01
Kronopoly OSB 3	3,40	620,00	0,21
G 70	5,00	70,00	0,04
Gypotec Standard	0,95	7,50	0,001
Estrutura metálica da cobertura			0,12

Zona	h <10m	$\delta p_e$	$\delta p_i$	P kN/m <sup>2</sup>	Q kN/m <sup>2</sup>	S kN/m <sup>2</sup>
B	0,9	0,9	0,6	1,35	0,3	2,3

Combinação de ação	Psd kN/m <sup>2</sup>
1,35 G + 1,5 Q	1,08
1,35 G + 1,5 (0,3 S+0,2 W)	2,07
1,35 G + 1,5 W	2,65
1,35 G + 1,5 (W+0,3 S)	3,69
1,35 G + 1,5 S	4,08
1,35 G + 1,5 (S+ 0,2 W )	<b>4,48</b>

Verificação da deformação do painel OSB da cobertura.

b (m)	0,6
h (m)	0,034
I (m <sup>4</sup> )	1,97E-07
Q (kN/m <sup>2</sup> )	2,69
E (kPa)	1980000
$\delta$ (m)	0,00117
$\delta_{max}$ (m)	0,00240
<b>Verificação:</b>	<b>OK!</b>

Determinação do Psd para o pavimento.

Elemento	Espessura m	Massa kg/m <sup>3</sup>	Massa kg/m <sup>2</sup>
Kronoply Kompaktholz t+g	0,025	600	0,002
Floormate 200-A	0,07	30	0,0002
UnderFloor	0,036	250	0,0009



De acordo com o RSA foi considerada uma sobrecarga de  $2\text{kN/m}^2$ .

Combinação de ação	Psd $\text{kN/m}^2$
1,35 G + 1,5 Q	2,26

b (m)	0,6
h (m)	0,025
I ( $\text{m}^4$ )	7,81E-07
Q ( $\text{kN/m}^2$ )	1,36
E (kPa)	1980000
$\delta$ (m)	0,001
$\delta$ max (m)	0,002
<b>Verificação:</b>	<b>OK!</b>



## ANEXO IX INSTALAÇÃO DE GÁS

No presente anexo são expostas as tabelas para o dimensionamento das tubagens de abastecimento da rede de gás e também algumas considerações tomadas para o seu dimensionamento.

Em todas as soluções são considerados 4 queimadores no fogão, e a perda de carga por cada troço de 5 mm de H<sub>2</sub>O.

Os diâmetros considerados, para a verificação da secção, são diâmetros comerciais, presentes na aplicação, gerador de preços [55].

Nas tabelas o C.cal refere-se ao consumo ou soma das potências nominais dos aparelhos de utilização abastecidos pelo trecho da rede calculado e este valor é comparado com a potência nominal necessária.

As soluções 2 e 3 têm as mesmas características e distâncias e, por esse motivo é apresentada apenas uma tabela.

Tabela para o dimensionamento da rede de abastecimento de gás da solução 1

<b>Aparelho</b>	<b>Potência nominal K.cal/min</b>	<b>W</b>	<b>Perda de carga mm</b>	<b>L m</b>	<b>D. adotado cm</b>	<b>C. calc K.cal/min</b>	<b>Verificação</b>
Esquentador	380	11619	5	3,47	2	710,6767	Ok
Fogão	140	11619	5	1,87	1,3	191,4767	Ok
Tubo de abastecimento	520	11619	5	13,2	2,56	689,0332	Ok

Tabela para o dimensionamento da rede de abastecimento de gás da solução 2 e 3

<b>Aparelho</b>	<b>Potência nominal K.cal/min</b>	<b>W</b>	<b>Perda de carga mm</b>	<b>L m</b>	<b>D. adotado cm</b>	<b>C. calc K.cal/min</b>	<b>Verificação</b>
Esquentador	380	11619	5	2,48	2	710,6767	Ok
Fogão	140	11619	5	2,75	1,3	191,4767	Ok
Tubo de abastecimento	520	11619	5	11	2,56	689,0332	Ok



## ANEXO X REDE ITED

No presente anexo são apresentadas as tabelas para o dimensionamento da rede ited, bem como as cotas relativas ao pavimento consideradas para o quadro de ati e as tomadas.

Tabela do dimensionamento da rede de cabos da solução 1

Troço m	Dispositivos j	Tipo de cabo	Número de pares/fibras un	Diâmetro individual mm	Diâmetro coletivo dimensionado mm	Diâmetro coletivo mm
I3- Cozinha	Telefone	Par de cobre	4	7,3	20	20
	Tv	Coaxial		6,9		
I3-Sala	Telefone	Par de cobre	4	7,3	22,67	25
	Tv	Coaxial		6,9		
	Dados	Fibra ótica	36	7,6		
ATI-Suite	Telefone	Par de cobre	4	7,3	22,67	25
	Tv	Coaxial		6,9		
	Dados	Fibra ótica	36	7,6		
ATI- Quarto	Telefone	Par de cobre	4	7,3	22,67	25
	Tv	Coaxial		6,9		
	Dados	Fibra ótica	36	7,6		
ATI- Quarto	Telefone	Par de cobre	4	7,3	22,67	25
	Tv	Coaxial		6,9		
	Dados	Fibra ótica	36	7,6		
ATI-hall	Telefone	Par de cobre	4	7,3	20	20

Tabela do dimensionamento da rede de cabos da solução 2

Troço m	Dispositivos j	Tipo de cabo	Número de pares/fibras un	Diâmetro individual mm	Diâmetro coletivo dimensionado mm	Diâmetro coletivo mm
I3- Cozinha	Telefone	Par de cobre	4	7,3	20	20
	Tv	Coaxial		6,9		
I3-Sala	Telefone	Par de cobre	4	7,3	22,67	25
	Tv	Coaxial		6,9		
	Dados	Fibra ótica	36	7,6		
ATI-Suite	Telefone	Par de cobre	4	7,3	22,67	25
	Tv	Coaxial		6,9		
	Dados	Fibra ótica	36	7,6		
ATI- Quarto	Telefone	Par de cobre	4	7,3	22,67	25
	Tv	Coaxial		6,9		
	Dados	Fibra ótica	36	7,6		

ATI-Quarto	Telefone	Par de cobre	4	7,3		
	Tv	Coaxial		6,9	22,67	25
	Dados	Fibra ótica	36	7,6		
ATI-hall	Telefone	Par de cobre	4	7,3	20	20

Tabela do dimensionamento da rede de cabos da solução 3

Troço m	Dispositivos j	Tipo de cabo	Número de pares/fibras un	Diâmetro individual mm	Diâmetro coletivo dimensionado mm	Diâmetro coletivo mm
I3-Cozinha	Telefone	Par de cobre	4	7,3		
	Tv	Coaxial		6,9	20	20
I3-Sala	Telefone	Par de cobre	4	7,3		
	Tv	Coaxial		6,9	22,67	25
	Dados	Fibra ótica	36	7,6		
ATI-Suite	Telefone	Par de cobre	4	7,3		
	Tv	Coaxial		6,9	22,67	25
	Dados	Fibra ótica	36	7,6		
ATI-Quarto	Telefone	Par de cobre	4	7,3		
	Tv	Coaxial		6,9	22,67	25
	Dados	Fibra ótica	36	7,6		
ATI-Quarto	Telefone	Par de cobre	4	7,3		
	Tv	Coaxial		6,9	22,67	25
	Dados	Fibra ótica	36	7,6		
ATI-hall	Telefone	Par de cobre	4	7,3	20	20

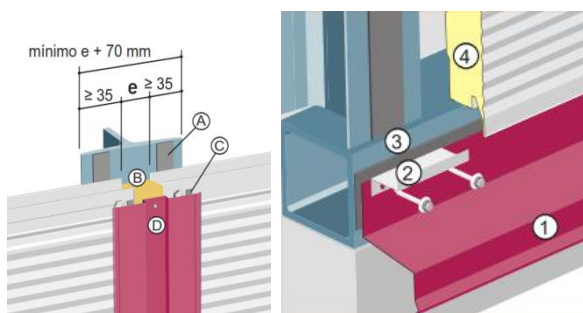
Cotas do ati e das tomadas relativas ao solo.

Alturas relativas ao pavimento (cm)	
Tomadas	20
Tomadas cozinha	130
ATI	160

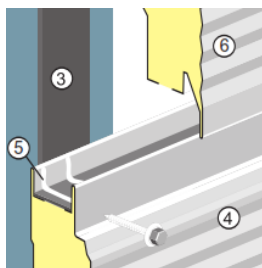
## ANEXO XI PORMENORES

Neste anexo são expostos alguns pormenores construtivos e remates relativos ao exterior da parede, cobertura e teto falso, revestimento de pavimento, isolamento térmico XPS no pavimento e painel OSB. As imagens e informações foram retiradas dos catálogos da arcelormittal, knauf, kronopoly, dow (Portugal) e forbo.

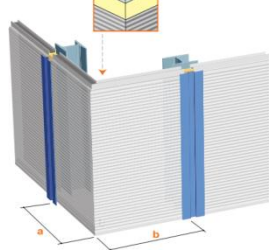
Pormenores, descrição e cuidados a ter na colocação da junta vertical e nos cantos do sistema de revestimento exterior da envoltiva opaca vertical.



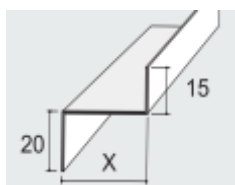
Canto



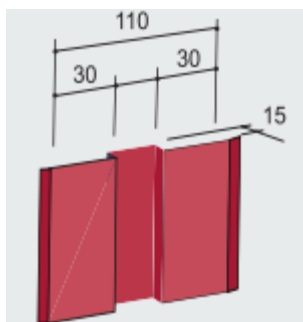
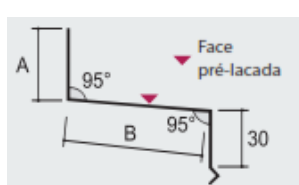
Perfil de arranque



Pingadeira



Junta vertical



Junta vertical:

A- Montar junta de impermeabilização (20x10) sobre a estrutura de suporte

B- Colocar um complemento de isolamento entre os painéis

C- Colocar juntas de impermeabilização (10x5) em espuma de polietileno sob as abas do remate de acabamento

D- Fixar a peça para acabamento com utilizando uma ligação aparafusada a cada metro.

Colocação:

1-Antes da colocação dos painéis, colocar a pingadeira

2-Posicionar perfeitamente de nível os perfis de arranque

3-Colocação de uma junta de estanquidade (20x10) sobre o apoio ao longo das extremidades dos painéis e também sobre a parte lisa da pingadeira

4- Encaixar o primeiro painel e empurrando-o sobre o perfil de arranque com a extremidade macho virada para baixo

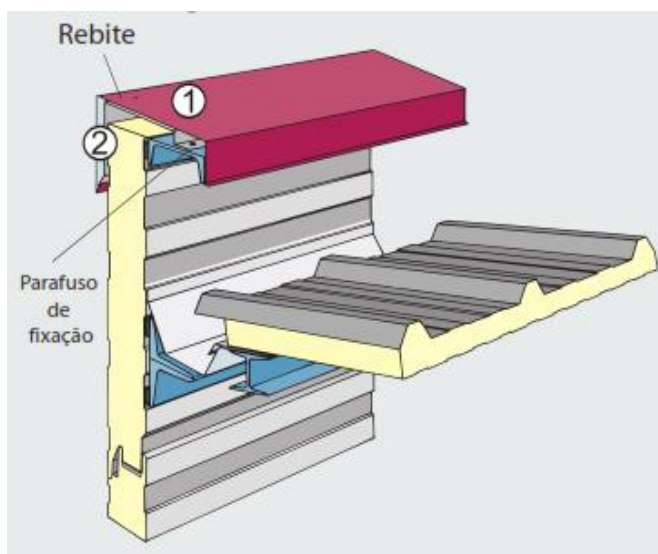
5- Colocar na extremidade de encaixe fêmea dois cordões de silicone para assegurar a estanquicidade do encaixe dos painéis

6- Passagem ao segundo painel

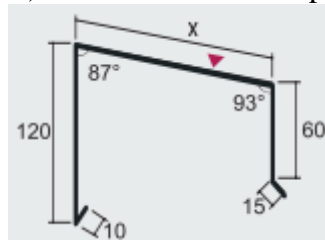
Cantos:

Os cantos são produzidos em obra.

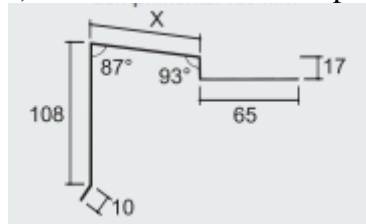
## Remate: Platibanda para perfis colocados na horizontal



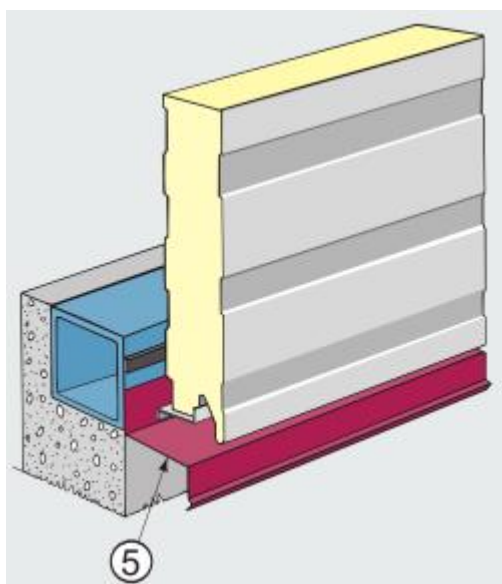
### 1) Perfil metálico do topo da platibanda



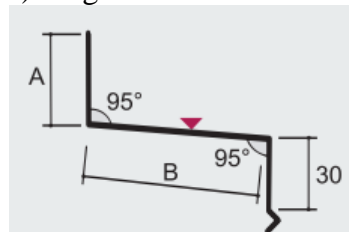
### 2) Estrutura metálica de apoio



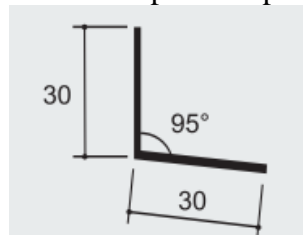
## Remate: Pingadeira



### 5) Pingadeira

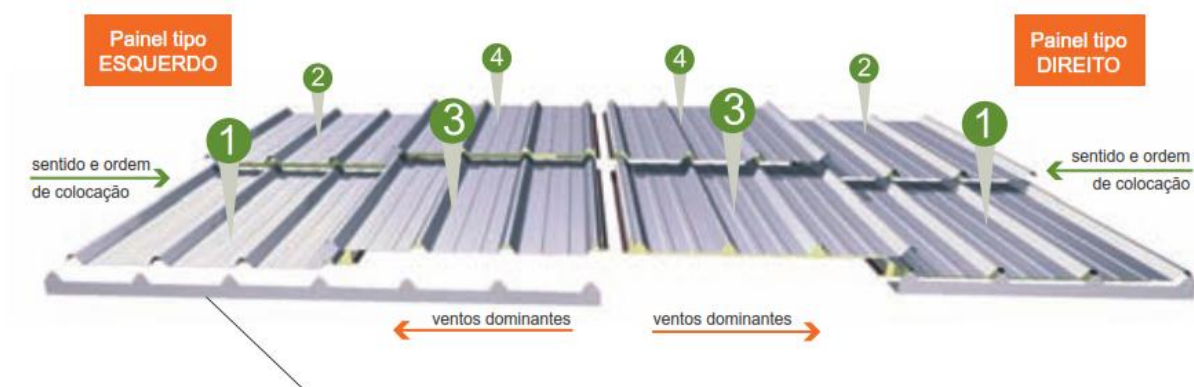


### Perfil de suporte da pingadeira





Pormenores, descrição e cuidados a ter na colocação da junta vertical e cantos do sistema de revestimento exterior da cobertura



1) Os painéis de cobertura são montados em sequência. A nervura do elemento a pousar vem cobrir a nervura livre do último elemento aplicado.

O sentido de progressão da montagem dos painéis deve ser escolhido em função dos ventos dominantes. Esta condição implica a aplicação do painel do tipo esquerdo ou direito como é exemplificado na imagem.

2) A largura mínima dos apoios, em que o painel deve ser pousado, no caso de apoios de aço é de 40 mm

3) A pendente mínima para este tipo de painel é de 5% e não tem recobrimento transversal

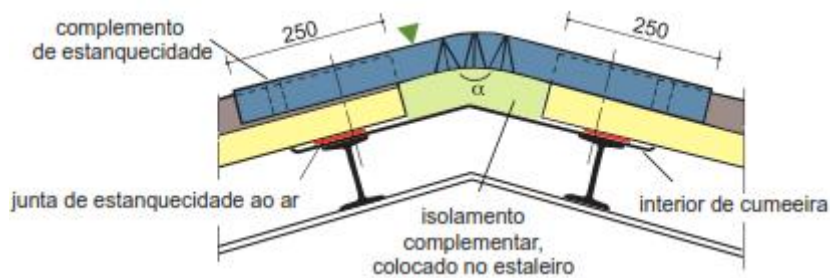
4) Recobrimento longitudinal para painéis hairsol 100c



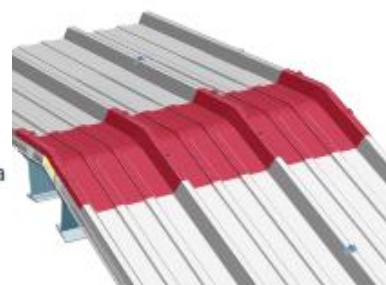
5) Nas extremidades do painel fixar em todas as ondas, nos apoios intermédios fixar onda sim, onda não.

6) A fixação sobre as nervuras de recobrimento longitudinal dos painéis é igualmente considerado como uma fixação de costura.

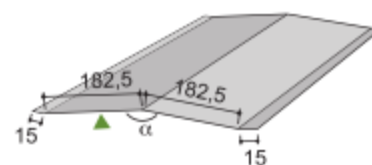
Remate da cumeeira:



Aparência exterior da cumeeira



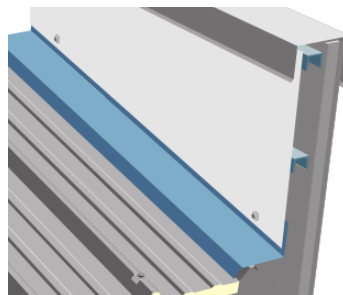
Perfil da cumeeira



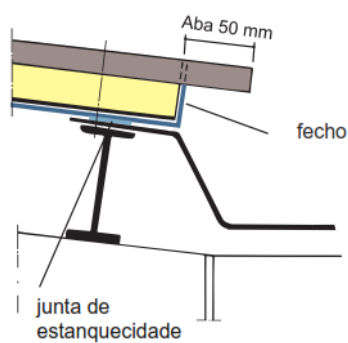
Remate metálico de fecho da parte interior do painel



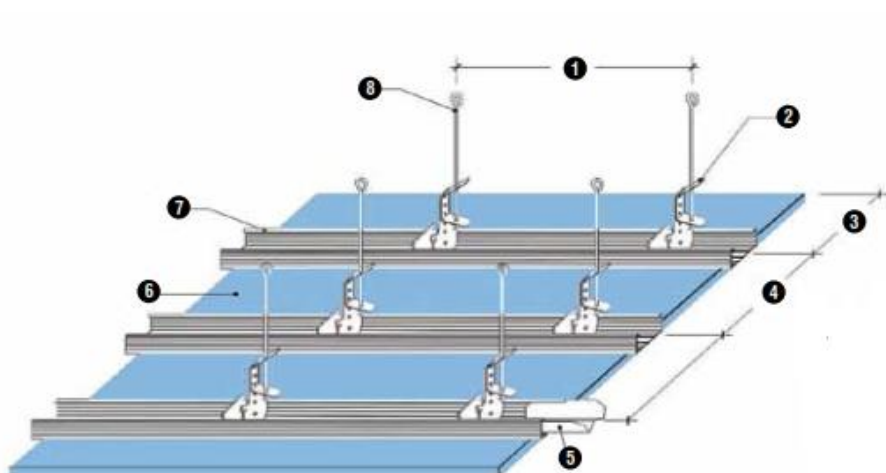
Remate em soleira



Remate da extremidade com caleira não isolada

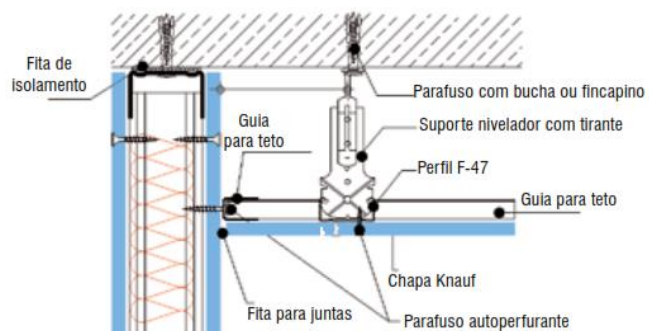


Pormenor do sistema do teto falso.

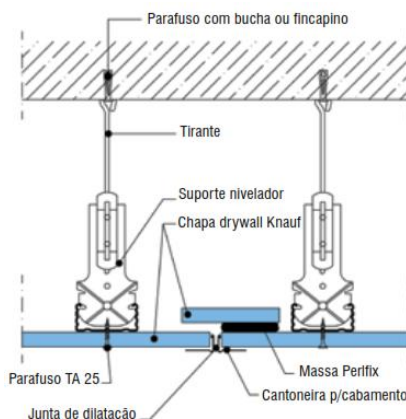


- 1) Distância entre pendurais
- 2) Suporte nivelador para perfil F-47
- 3) Distância máxima da estrutura perimetral do perfil
- 4) Distância entre os perfis
- 5) Conector de perfil F-47
- 6) Placa de gesso cartonado
- 7) Perfil F-47
- 8) Tirante

Pormenor do encontro com parede.



Pormenor da junta de dilatação.



### Instalação dos painéis OSB.



Deixar juntas de dilatação de pelo menos 3 mm de largura entre as placas.

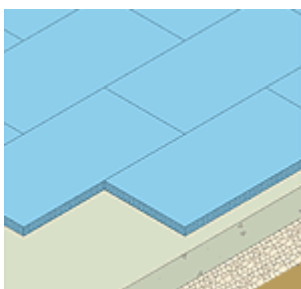
Quando colocado em colaboração com juntas em paredes interiores, deve-se deixar espaço para expansão, onde as placas adjacentes outras estruturas.

### Instalação do pavimento flutuante.



O suporte ao revestimento do pavimento tem que estar nivelado para a colocação do pavimento flutuante.

### Instalação do isolante térmico XPS



O isolante térmico XPS é aplicado diretamente sobre o suporte sem necessidade de qualquer fixação.

As placas devem ficar bem juntas para que não existam juntas abertas, e ao serem colocadas as juntas transversais estas têm de estar desencontradas, como pode ser visto na figura.

A superfície do suporte das placas não deve apresentar irregularidades que impeçam a sua correta aplicação.